



(21)申请号 201610195908.1

(22)申请日 2016.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106019823 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(30)优先权数据  
2015-074494 2015.03.31 JP

(73)专利权人 佳能株式会社  
地址 日本东京

(72)发明人 船吉智美 山崎拓郎 藤本正敬  
山口裕充

(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 罗闻

(51)Int.Cl.

G03F 7/00(2006.01)

(56)对比文件

US 2005/0064054 A1, 2005.03.24, 说明书  
第[0072]-[0075],[0080]-[0096]及附图7-9,  
11.

KR 101238628 B1, 2013.03.04, 全文.

CN 1876395 A, 2006.12.13, 全文.

CN 103624992 A, 2014.03.12, 全文.

US 2008028958 A1, 2008.02.07, 全文.

审查员 周庆成

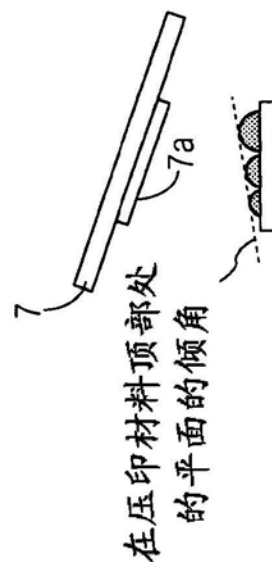
权利要求书1页 说明书11页 附图14页

(54)发明名称

压印设备、压印方法和制品制造方法

(57)摘要

本发明涉及压印设备、压印方法和制品制造方法。提供了一种通过使用模具和压印材料在基板的多个区域上顺序地形成图案的压印设备。该压印设备包括：移动单元，该移动单元被构造成在承载所述基板的同时沿着水平平面移动；以及调节单元，该调节单元被构造成调节所述模具相对于所述基板的倾角。所述调节单元基于与设置在所述基板上的压印材料的状态有关的信息以及与图案形成顺序有关的信息来调节所述模具相对于所述基板的倾角。与所述基板上的压印材料的状态有关的信息可随着所述移动单元的移动而变化。



1. 一种压印设备,通过在基板的多个投射区域的相应投射区域上使模具的图案与压印材料接触而在所述多个投射区域上形成压印材料的图案,该压印设备包括:

台架,该台架构造使得模具和基板中的至少一个倾斜,以调节模具和基板之间的相对角度,

其中,当在基板上沿第一方向顺序地在多个第一投射区域上形成压印材料的图案时,台架使得模具和基板中的所述至少一个倾斜以调节所述相对角度,使得在模具的图案与压印材料接触的同时,在沿第一方向的下游部分上在模具和基板之间的间隙小于在沿第一方向的上游部分上在模具和基板之间的间隙,并且

其中,当在基板上沿与第一方向相反的第二方向顺序地在多个第二投射区域上形成压印材料的图案时,台架使得模具和基板中的所述至少一个倾斜以调节所述相对角度,使得在沿第二方向的下游部分上在模具和基板之间的间隙小于在沿第二方向的上游部分上在模具和基板之间的间隙。

2. 根据权利要求1所述的压印设备,还包括:

移动单元,该移动单元被构造成移动基板;以及

供应单元,该供应单元被构造成将压印材料供应到基板上,

其中,所述台架基于移动单元从面向供应单元的位置到面向模具的位置的移动方向,使得模具和基板中的至少一个倾斜以调节所述相对角度。

3. 根据权利要求1所述的压印设备,还包括:

移动单元,该移动单元被构造成移动基板,

其中台架基于与移动单元的速度有关的信息,使得模具和基板中的至少一个倾斜以调节所述相对角度。

4. 一种压印方法,在该压印方法中,通过在基板的多个投射区域的相应投射区域上使模具的图案与压印材料接触而在所述多个投射区域上形成压印材料的图案,该方法包括:

当在基板上沿第一方向顺序地在多个第一投射区域上形成压印材料的图案时,使得模具和基板中的至少一个倾斜以调节模具和基板之间的相对角度,使得在模具的图案与压印材料接触的同时,在沿第一方向的下游部分上在模具和基板之间的间隙小于在沿第一方向的上游部分上在模具和基板之间的间隙,并且

当在基板上沿与第一方向相反的第二方向顺序地在多个第二投射区域上形成压印材料的图案时,使得模具和基板中的所述至少一个倾斜以调节所述相对角度,使得在沿第二方向的下游部分上在模具和基板之间的间隙小于在沿第二方向的上游部分上在模具和基板之间的间隙。

5. 一种制品制造方法,该制品制造方法包括:

通过根据权利要求4所述的压印方法在基板上形成图案;以及

在具有所述图案的所述基板上执行蚀刻和离子注入中的一种。

## 压印设备、压印方法和制品制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及压印设备、压印方法和制品制造方法。

### 背景技术

[0002] 已知压印方法是一种在基板上形成微观图案从而制造半导体器件等的方法。在压印方法中,通过使用具有凹凸图案的模具将压印材料(诸如光固化材料)铸造成形成在基板上的图案。如果在形成在图案底部处的残余层具有显著不均匀厚度的状态下(在残余层的厚度不均匀性显著的状态下)进一步处理承载图案的基板,则所得到的制品可能不能展现期望的性能。

[0003] 美国专利公开No.2007/0228593已经公开了一种减少残余层厚度不均匀性的方法。具体地说,根据已经通过在由压印材料形成的图案的多个区域中测量残余层获得的残余层厚度的不均匀性来建立关于将要施加到基板上的压印材料的分布的新数据。例如,已经公开了一种建立关于材料分布的数据的方法,在该方法中,将更大量的压印材料施加至预期残余层比其它区域中更薄的区域。

### 发明内容

[0004] 本发明的发明人已经发现,残余层厚度不均匀性受到在承载未固化压印材料的基板沿着水平平面移动时可变化的压印材料的状态的影响。该方面并没有在美国专利公开No.2007/0228593中涉及。

[0005] 本发明提供了一种压印设备和压印方法,在该压印设备和压印方法中的每个中,减小了残余层厚度的不均匀性。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供了一种压印设备,该压印设备通过使用模具和压印材料在基板的多个区域上顺序地形成图案。所述设备包括被构造成在承载所述基板的同时沿着水平平面移动的移动单元和被构造成调节所述模具相对于所述基板的倾角的调节单元。所述调节单元基于与提供在所述基板上的所述压印材料的状态有关的信息以及与图案形成顺序有关的信息来调节所述模具相对于所述基板的倾角。与所述基板上的压印材料的状态有关的信息是可随着所述移动单元的移动变化的。

[0007] 从如下参照附图对示例性实施方式的描述,本发明的进一步特征将变得显而易见。

### 附图说明

[0008] 图1示出了根据本发明的第一实施方式的压印设备。

[0009] 图2示出了分配器。

[0010] 图3A和3B均示出了压印顺序。

[0011] 图4是示出了基板台架从指示位置的位置偏差的曲线图。

[0012] 图5A至5F示出了基板台架的移动方向和基板台架的倾角之间的关系。

- [0013] 图6A至6D均示出了由于压印而形成的残余层。
- [0014] 图7是示出了根据第一实施方式的压印过程的流程图。
- [0015] 图8示出了模具倾角已经被调节的状态。
- [0016] 图9示出了用于控制基板台架的电流的曲线图。
- [0017] 图10A和10B示出了受到基板平坦性影响的因素。
- [0018] 图11A和11B示出了由模具的压印表面的倾角产生的差异。
- [0019] 图12示出了压印顺序和残余层厚度之间的关系。
- [0020] 图13A至13D均示出了图案形成的状态。
- [0021] 图14是示出了创建液滴图案的方法的流程图。
- [0022] 图15A至15C示出了示例性液滴图案。
- [0023] 图16是示出了根据本发明的第五实施方式的压印过程的流程图。

## 具体实施方式

[0024] 第一实施方式

[0025] (设备构造)

[0026] 图1示出了根据本发明的第一实施方式的压印设备1。参照图1,基板台架9承载诸如晶片的基板3并沿着水平平面移动。术语“水平平面”是指与重力方向垂直的平面。短语“沿着水平平面移动”包含如下情况:基板台架9在相对于水平平面倾斜一个在控制误差(当基板台架9被驱动时可能发生该控制误差)范围内的小角度的同时移动。在第一实施方式中,术语“与压印材料的状态有关的信息”是指从基板台架9的移动方向估计出的、包含在由压印材料形成的图案中的残余层2b(参见图6A至6D)的厚度的可能不均匀性(在下文中将该信息称为“可能残余层信息”)。稍后将描述可能残余层信息。

[0027] 压印设备1通过使用模具7和紫外光4形成可紫外线固化树脂(压印材料)2的凹凸图案。光源5是诸如卤素灯或发光二极管(LED)之类的装置并且朝向基板3发射紫外光4。光源5竖直地设置在模具台架6的上方(位于模具台架6的+Z侧)并且穿过模具7向基板3上的压印材料2施加紫外光4。

[0028] 在其面向基板3一侧(-Z侧)保持模具7的模具台架6在保持模具7的同时将模具7定位。模具7在其中央部分中具有凹凸图案。通过将凹凸图案的突起的顶部相连而限定的虚平面称为图案表面7a(模具的图案表面,参见图8)。尽管第一实施方式涉及其中模具7具有用于一个投射区域(shot area)20(参见图3A和3B)的凹凸图案的情况,但是模具7可以具有用于多个投射区域20的凹凸图案。

[0029] 在承载施加(供应)有压印材料2的基板3的同时可移动的基板台架(移动单元)9能够在包括水平平面延伸的方向在内的三个轴向方向上定位基板3。基板台架9包括:卡盘(未示出),该卡盘保持基板3;顶板(未示出),所述卡盘安装在该顶板上;和驱动机构(未示出),该驱动机构包括马达,该马达响应于从台架控制单元8供应给该马达的控制电流而移动顶板。

[0030] 模具台架(调节单元)6包括:粗调节台架10,该粗调节台架10对模具7的位置进行粗调节;精调节台架11,该精调节台架11以比粗调节台架10所用的长度单位更小的长度单位对模具7的位置进行精调节;和保持部12,该保持部12保持模具7,粗调节台架10、精调节

台架11和保持部12按顺序从上至下叠置。模具7能够通过粗调节台架10和精调节台架11而在六个轴向方向上定位。具体而言,精调节台架11具有根据从控制单元17赋予该精调节台架11的指令来调节模具7的倾角的功能。

[0031] 粗调节台架10具有位于其中央部分的开口10a。精调节台架11具有位于其中央部分的开口11a。模具7由透射紫外光4的材料(例如石英)制成。因此,从光源5发出的紫外光4透射过模具7并落在基板3上的压印材料2上。注意,在精调节台架11和保持部12之间设置了透射紫外光4的板构件(未示出)。

[0032] 保持部12能够通过利用真空吸附力或静电力来保持模具7。保持部12以只能保持凹凸图案的周边部分的方式具有位于其中央部分的开口。该开口设置在模具7和板构件之间,由此提供了空间13。

[0033] 压力调节单元14与该空间13连通。压力调节单元14包括真空泵(未示出)并且调节空间13中的压力。当压印材料2和模具7彼此进行接触时,空间13中的压力增加,由此将模具7成形为使得在竖直方向上突出或凹入。然后压力逐渐减小,从而使得模具7中的凹部能够容易地填充压印材料2。

[0034] 在如下描述中,为了使基板3上的压印材料2和模具7彼此接触并利用压印材料2填充具有凹凸图案的模具7(在下文中将该过程称为“压印”),使模具台架6在Z轴方向上移动。另选地,只要可执行压印,就可以在Z轴方向上移动模具台架6和基板台架9中的至少一个。

[0035] 分配器(施加单元)15在从存储未固化压印材料2的料箱6接收压印材料2的供应的同时向基板3的、根据液滴图案限定的预定位置施加压印材料2。图2是分配器15的仰视图。分配器15具有一行喷射端口15A,压印材料2从该喷射端口15A喷出。每个喷射端口15A都以预定量的单位(在下文中将该单位称为“滴”)朝向基板3喷射压印材料2。每滴喷射量在从亚皮升到几皮升的范围内。

[0036] 分配器15沿着间隔开几微米到几十微米的线将压印材料2施加到基板3上的区域。分配器15在基板3在分配器15下面移动的同时将单个压印动作必需的压印材料2的量喷射在单个投射区域20上。因而,向单个投射区域20施加未固化压印材料2。术语“液滴图案”(也称为“关于材料分布的数据”、“施加图”或“滴配方”)是指代表由创建单元25创建的压印材料2的液滴布局 and 量的数据。液滴图案是从与分配器15、模具7的种类等有关的多条信息创建的。

[0037] 控制单元17包括中央处理单元(CPU)、随机存取存储器(RAM)、硬盘驱动器(HDD)等等。控制单元17总体上控制为了形成由压印材料2形成的凹凸图案而进行的一系列操作(下文称为“压印过程”)。例如,控制单元17通知模具台架6在水平方向上的目标位置、模具台架6的目标倾角和基板台架9的目标位置;指示光源5在预定时刻向基板3发射紫外光4;从存储不同液滴图案的存储单元19读取期望液滴图案;将液滴图案传输到分配器15;并且通知压力调节单元14将在压印过程中产生的目标压力。

[0038] 测量装置18是测量被承载到压印设备1内的基板3的表面中的不规则性的焦点测量仪器。

[0039] 存储单元19存储模具7的凹凸图案、要在分配器15上设定的液滴图案、与压印气氛有关的信息以及与基板台架9的移动方向有关的信息。与压印气氛有关的信息是与执行压印的位置周围的环境温度、空气流和氧气浓度、压印材料2的种类、压印材料2的挥发性等等

有关的多条信息组。

[0040] 与基板台架9的移动方向有关的信息代表已经被施加有压印材料2的基板3从面对分配器15的位置(面对施加单元的位置)向面对模具7的将要执行压印的位置(下文称为“压印位置”)移动的方向。

[0041] 根据第一实施方式的存储单元19还存储与和基板台架9的移动方向相关的信息相关联的可能残余层信息。该可能残余层信息表示从和基板台架9的移动方向相关的信息估计的残余层2b的厚度的可能非均匀性。存储单元19存储在图7中概括为流程图的程序,以在基板3的全部投射区域20上执行压印过程。

[0042] 现在,将参照图3A、3B、4、5A至5F和6A至6D描述基板台架9如何移动。图3A和3B均示出了压印顺序(和图案形成顺序有关的信息)。均具有矩形形状的所述多个投射区域20是压印过程中的图案形成对象。在相应的投射区域20中给出的括号中的数字代表压印顺序。具体地说,在图3A中所示的情况下,在+X方向上顺序地在第一行中的投射区域20上开始形成图案,然后在+X方向上顺序地在第二行中的投射区域20上形成图案。

[0043] 在图3B中所示的情况下,在+X方向上顺序地在第一行中的投射区域20上开始形成图案,然后在-X方向上顺序地在第二行中的投射区域20中形成图案。在每个压印动作都完成之后,将基板台架9从面对模具7的位置移动到面对分配器15的位置。

[0044] 基板台架9响应于发送给该基板台架9的控制命令(指示关于时间的目标位置的命令)延迟地定位。在图4所示的曲线图中,水平轴代表时间,而垂直轴用实线代表基板台架9的指示位置并且用虚线代表基板台架9相对于该指示位置的位置偏差(基板台架9相对于指示位置的位置误差)。该曲线图示出了例如即使在指示了基板台架9在时间 $t_1$ 时开始移动而在时间 $t_2$ 时停止,基板台架9也没有在时间 $t_2$ 稳定,但是基板台架9的位置偏差在时间 $t_3$ 时落入容许偏差范围内。

[0045] 图5A至5F示出了基板台架9的移动方向和基板台架9的倾角。图5A和5D均示出了在时间 $t_1$ 到时间 $t_2$ 的时段期间基板台架9的状态。图5B和5E均示出了在时间 $t_2$ 到时间 $t_3$ 的时段期间基板台架9的状态。图5C和5F均示出了时间 $t_3$ 之后的基板台架9的状态。如图5B和5E中所示,在+X方向上移动的基板台架9趋于略微倾斜,使其+X侧比其另一侧更低地定位,而在-X方向上移动的基板台架9趋于略微倾斜,使其-X侧比其另一侧更低地定位。

[0046] 在第一实施方式中,控制单元17以生产量为优先,并且控制模具台架6,使得在从时间 $t_2$ 到时间 $t_3$ 的时段期间进行压印。压印材料2和模具7在基板3在前侧上向下倾斜的同时(参见图6A或6B)彼此进行接触。因而,在被构图的压印材料2a(下文称为“压印材料图案2a”,参见图6C或6D)的底部处形成厚度明显不均匀的残余层2b。残余层2b是指在压印过程中形成在压印材料图案2a的底部处(凹部中)的压印材料2的层。也就是说,残余层2b是指形成在基板3和所得到的压印材料图案2a的凹部的基部之间的层。

[0047] 在第一实施方式中使用的和基板台架9的移动方向相关的信息表示基板台架9从面对分配器15的位置到进行压印的位置的方向。也就是说,在压印设备1的情况下,基板台架9的移动方向为+X方向。根据第一实施方式的可能残余层信息是表示单个投射区域20上残余层2b在前侧(+X侧)比在与前侧相反的后侧(-X侧)可能更厚的信息(参见图5A至5F和6A至6D)。后侧与前侧相反。

[0048] (压印过程的流程)

[0049] 现在将参照图7和图8描述根据第一实施方式的压印过程的流程。图7是示出了压印过程的程序的流程图。当控制单元17运行在图7中所示的程序时,执行压印过程。第一实施方式是为了减少主要因为基板台架9在定位的同时倾斜而可能发生的残余层2b的厚度偏差,即厚度不均匀性。在第一实施方式中,连接压印材料2的液滴顶部的虚拟平面(下文称为“压印材料2的顶部的平面”)的倾角与基板3的倾角相同。

[0050] 首先,在步骤S100中,控制单元17识别安装在模具台架6上的模具7的图案,并且在分配器15上设定适当的液滴图案,该液滴图案存储在存储单元19中。

[0051] 在步骤S200中,控制单元17基于和承载压印材料2并朝向压印位置移动的基板3的移动方向有关的信息获取在压印时基板3的倾角方向。在根据第一实施方式的压印设备1中,基板台架9例如在+X方向上从面对分配器15的位置移动到压印位置。因此,基板台架9倾斜成使其前侧下降。在基板台架9这样倾斜的情况下,压印材料2的顶部处的平面也倾斜成使得其+X侧(前侧)下降。

[0052] 在步骤S300中,基于以上信息,模具台架6调节模具7的倾角,从而使得基板3的倾斜方向和图案表面7a的倾斜方向尽可能地变成相同并彼此平行。模具7被倾斜成使得形成在压印材料2的顶部处的平面和图案表面7a之间的角减小:即,使得模具7的图案表面7a的+X侧下降。

[0053] 在步骤S400中,分配器15将未固化压印材料2施加到基板3上。当基板3已经从面对分配器15的位置移动到压印位置时,过程继续至步骤S500,在该步骤中,在模具7以在步骤S300中的调节的角度倾斜的情况下在预定时刻进行压印。该预定时刻是在基板台架9的位置偏差落入容许范围内之前的时间点(在时间 $t_2$ 和时间 $t_3$ 之间)。当模具7的凹部被填充压印材料2之后,该过程继续至步骤S600,在该步骤中,光源5向压印材料2施加紫外光4预定的时间段,由此将尚未固化的压印材料2固化。在步骤S700中,模具台架6将模具7释放。

[0054] 因而,在基板3上形成压印材料图案2a。在步骤S800中,控制单元17检查是否基板3的所有投射区域20都已经设有相应的图案。如果这样(是),则过程继续至S1000,在该步骤中,控制单元17允许将基板3取出。

[0055] 如果存在没有设置图案的任何投射区域20(否),则过程继续至步骤S900,在该步骤中,控制单元17选择其中一个这种投射区域20并且检查在该投射区域20上进行压印时是否需要改变模具7的倾角。

[0056] 如果例如在下一个将经受压印的投射区域20中基板台架9的移动方向与在上次已经经受压印的另一个投射区域20中的基板台架9的移动方向不同,就需要改变模具7的倾角。如果需要改变倾角,则再次执行步骤S200至S900。如果不需要改变倾角,则再次执行步骤S300至S900,从而将模具7的图案表面7a的倾角调节成与在步骤S200中获取的倾角相同。对于下一个基板3以及包含在下一个批次中的基板3,控制单元17也获取模具7的倾斜方向并致使模具台架6根据需要来调节模具7的倾角。

[0057] 在每次在预定数量的投射区域20上形成图案之后或在每次处理单个基板3之后可以通过获取从压印设备1的内部或外部供应的、和任何缺陷图案检验相关的信息或不规则图案检测有关的任何信息来重新设定倾角。缺陷图案信息是指在将图案转印到压印材料2中的准确度的任何测量结果并且通过检验装置(未示出)获得。与不规则图案检测有关的信息包括表示挤压或释放模具7的力的任何不规则性的信息、表示在压印过程中存在吸入

的任何杂质的信息、表示模具7超过预定使用次数的信息等等。

[0058] 如上所述,在第一实施方式中,模具台架6基于基板台架9的移动方向来调节模具7的倾角。模具7的倾斜方向被调节成使得包含在所得到的图案中的残余层2b的厚度不均匀性减小;也就是说,形成在图案表面7a和压印材料图案2a的顶部处的平面之间的角度减小。因而,包含在压印材料图案2a中的残余层2b的厚度不均匀性可以比不采用第一实施方式的情况下更低(可以使得残余层2b的厚度均匀性更高)。

[0059] 图案表面7a的倾角是指在空间13中的压力基本等于大气压力的状态下图案表面7a的倾角(包含与图案表面7a的中心相切的平面的倾角)。如果基板台架9改变其移动方向,则根据基板台架9的新的移动方向来调节模具7的倾角,这是因为压印材料2的顶部处的平面在基板台架9的前侧上向下倾斜。

[0060] 注意,基板台架9的倾角可能在基板3的边缘附近的投射区域20上进行压印时观察到的倾角与在基板3的中心附近的投射区域20上进行压印时观察到的倾角之间有所不同。因此,形成在基板台架9和基板3之间的角度可能在基板3的边缘附近的投射区域20中的倾角和在中心附近的投射区域20中的倾角之间有所不同。在这种情况下,可以基于基板3上的所关注的投射区域20的位置来调节模具7的倾角,这是因为可能残余层信息与基板台架9从面对分配器15的位置到压印位置的移动长度相关联。

[0061] 如果具有压印材料2且从面对分配器15的位置移开的基板3在没有采取最短路径的情况下移动到压印位置,那么和基板台架9的移动方向有关的信息可以表示基板台架9从上次停止的位置移动到压印位置的方向。

[0062] 第二实施方式

[0063] 在本发明的第二实施方式中,从用于控制基板台架9的马达的电流(在下文中也称为“台架控制电流”)获取基板台架9的倾斜度。台架控制电流也与基板台架9的移动方向和用于移动基板台架9的力的水平相关联。根据第二实施方式在压印材料2的顶部处的平面的倾斜方向例如对应于基板台架9的倾斜方向,如在第一实施方式中一样。

[0064] 图9是示出了基板台架9的位置偏差和用于控制基板台架9的电流之间的关系的关系的曲线图。水平轴代表时间,竖直轴代表基板台架9的指令位置(实线)、关于时间基板台架9从该指令位置的位置偏差(虚线)以及关于时间用于控制基板台架9的电流(断线)。如图9中的曲线图所示,基板台架9的位置偏差和台架控制电流趋于以类似幅度改变,但是彼此之间具有一定的时间滞后。因此,在台架控制单元8实时获取台架控制电流的同时,控制单元17从所获取的台架控制电流计算基板台架9的位置偏差,由此能够从所计算的基板台架9的位置偏差估算出基板台架9的倾角。因而,模具台架6能够调节模具7的倾角。

[0065] 在第二实施方式中,由于根据通过使用台架控制电流获取的基板台架9的实际测量来实时调节倾角,因此能够高精度地使得模具7的图案表面7a和压印材料2的顶部处的平面彼此尽可能平行。由于以调节后的倾角进行压印,因此减小了残余层2b的厚度不均匀性。

[0066] 第三实施方式

[0067] 在本发明的第三实施方式中,基于基板台架9的移动方向和与基板3的表面不规则性(平坦性)有关的信息(不规则性信息)来获取可能残余层信息。如果基板3如图10A所示不平坦,则压印材料2的顶部处的平面没有变成平坦,从而与基板3的形状相符合。因此,控制单元17使测量装置18测量基板3相对于测量装置18的表面位置并且因而获取与基板3的表



面不规则性有关的信息。

[0068] 图10B示出了示例性控制方法。如果基板台架9相对于水平平面成角度 $\theta_s$ ，并且基板3上的所关注的投射区域20相对于基板台架9成角度 $-\theta_w$ ，则模具7相对于水平平面倾斜角度 $\theta_h = \theta_s + (-\theta_w)$ 。因而，使得模具7的图案表面7a和压印材料2的顶部处的平面彼此尽可能平行，并且减小了残余层2b的厚度不均匀性。

[0069] 如果图案表面7a相对于模具7倾斜(如图11A所示)，则可以考虑到图案表面7a的这种倾斜而将模具7的倾角调节成使得形成在图案表面7a和压印材料2的顶部处的平面之间的角度减小(如图11B所示)。

[0070] 如上所述，在第三实施方式中，模具7相对于基板3的倾角被调节成使得模具7的图案表面7a的前侧部分比图案表面7a的后侧部分更接近基板台架9定位。

[0071] 第四实施方式

[0072] 在本发明的第四实施方式中，和压印材料2的状态有关的信息对应于可能残余层信息，或者可以是与在基板台架9移动的同时压印材料2的状态有关的信息。与基板台架9移动的同时压印材料2的状态有关的信息与可能残余层信息相关联。压印材料2的该状态例如是指基板3上的压印材料2的顶部处(压印材料2将要成形的表面)的平面倾角或在压印材料2的顶部处的平面的倾斜方向。

[0073] 根据第四实施方式的图案形成顺序有关的信息对应于压印顺序：即，如图3A和3B所示，表示按照什么顺序号使每个投射区域20进行图案形成的信息。

[0074] 根据第四实施方式的压印材料2的顶部处的平面的倾角限定如下。针对每个不同的X方向位置计算在X方向上位于同一位置的多个液滴的距离基板台架9的高度的平均值。然后，通过虚线将位于在X方向上排列的多个液滴的平均高度处的点连接。在压印材料2的顶部处的平面的倾角为该虚线的倾角。在压印材料2的顶部处的平面的可能倾斜方向例如对应于基板台架9的前侧和基板台架9的后侧之间的水平差。

[0075] 在根据第四实施方式的压印设备1中，模具台架6基于压印顺序和与压印顺序相关联的可能残余层信息来调节模具7的倾角。不管压印顺序如何，即使基板台架9从面对分配器15的位置到压印位置的移动方向恒定，残余层2b的状态也可能不恒定，这是因为残余层2b的状态可能受到诸如压印设备1中的空气流或随着基板台架9的移动而发生的空气流之类的因素的影响。第四实施方式在这种情况下是有利的。图12示出了在以图3B所示的压印顺序形成压印材料图案2a的情况下压印顺序和可能残余层信息之间的关系。在多个投射区域20中的每个投射区域20中绘制的圆圈尺寸对应于残余层2b的厚度。具体地说，圆圈越大，残余层2b越厚。

[0076] 图13A和13B均示出了压印顺序和图案形成状态之间的关系。投射区域23(第一区域)具有压印材料2但是尚未进行图案形成。另一方面，投射区域24(第二区域)均具有压印材料图案2a。在图13A和13B中，投射区域23上的压印材料2的液滴的状态已经改变，这是因为在基板台架9移动的同时已经发生了挥发。

[0077] 参照图12，在第一行中，朝向前侧(+X侧)顺序地形成图案。也就是说，如图13A所示，基板台架9移动，此时投射区域23相对于投射区域24位于基板台架9的前侧上。

[0078] 位于压印位置的压印材料2的液滴因为挥发作用等而具有不同高度。具体地说，在压印材料2的顶部处的平面倾斜成使得在更接近于投射区域24一侧的液滴趋于比在更远离

投射区域24的一侧的液滴低。在这种情况下,可能残余层信息表示残余层2b趋于在基板台架9的前侧上(更接近于目的地的一侧)比在基板台架9的后侧(更远离目的地的一侧)上更厚。

[0079] 参照图12,在第二行中,朝向后侧(-X侧)顺序地形成图案。也就是说,如图13B所示,基板台架9移动,此时投射区域24相对于投射区域23位于基板台架9的前侧上。

[0080] 位于压印位置的压印材料2的液滴具有不同高度。具体而言,在压印材料2的顶部处的平面倾斜成使得在更接近于投射区域24的一侧上的液滴趋于比在更远离投射区域24的一侧上的液滴低。在这种情况下,可能残余层信息表示残余层2b趋于在基板台架9的前侧上比在基板台架9的后侧上更薄。

[0081] 模具台架6基于可能残余层信息和与该可能残余层信息相关联的压印顺序(基于与可随着移动单元的运动而变化的压印材料2的状态有关的信息)调节模具7的倾角。模具台架6将模具7倾斜成使得图案表面7a在与压印材料2的顶部处的平面的倾斜方向相反的方向上倾斜。也就是说,在图13A所示的情况下,模具7被倾斜成使得图案表面7a的前侧部分和基板台架9之间的间隙变得比图案表面7a的后侧部分和基板台架9之间的间隙小。

[0082] 如果基板台架9在图13A所示的投射区域23相对于投射区域24位于基板台架9的前侧的状态下移动,则模具7倾斜成使得图案表面7a的前侧变得低于图案表面7a的后侧(如图13C所示)。

[0083] 如果基板台架9在图13B所示的投射区域23相对于投射区域24位于基板台架9的后侧的状态下移动,则模具7倾斜成使得图案表面7a的前侧变成高于图案表面7a的后侧(如图13D所示)。

[0084] 如上所述,模具台架6基于可能残余层信息和与该可能残余层信息相关联的压印顺序(基于与可随着移动单元的运动而变化的压印材料2的状态有关的信息)调节模具7的倾角。

[0085] 因而,能够使得包含在压印材料图案2a中的残余层2b的厚度不均匀性低于不采用第四实施方式的情况。在第四实施方式中,能够减小无法在仅仅根据基板3的倾角调节模具7的倾角的方法(如日本专利特开No.2005-10201中公开的那样)中充分减小的残余层2b的厚度不均匀性。此外,即使残余层2b的状态不是恒定的或者在压印材料2的顶部处的倾角相对于基板3的倾角不是恒定的(尽管基板台架9在恒定方向上移动),也能够减小包括在压印材料图案2a中的残余层2b的厚度不均匀性。

[0086] 由分配器15施加有压印材料2的基板3偶尔可能在不采取最短路线的情况下移动到压印位置。在这种情况下,考虑到到达压印位置的长度和移动方向,可以计算在压印材料2的顶部处的平面改变的方式或可能残余层信息改变的方式。

[0087] 与图案形成顺序有关的信息只需要是澄清投射区域23和投射区域24之间的位置关系的信息。也就是说,还可以采取除了与压印顺序有关的信息之外的任何信息。

[0088] 例如,将已经以第n个顺序形成有图案的投射区域20的位置与要以第n+1个顺序形成图案的投射区域20的位置进行比较,可以获得表示从已经以第n个顺序形成图案的投射区域20朝向要以第n+1个顺序形成图案的投射区域20的方向是否与基板台架9的移动方向相同的信息(与相继形成的图案之间的位置关系有关的信息)。另选地,可以获取表示相对于投射区域23在基板台架9的前侧上是否存在任何投射区域24的信息(表示相对于第一区

域在前侧上是否存在第二区域的信息)。另选地,可以获得表示投射区域24在XY平面上存在于何处的信息(与第二区域位置有关的信息)。此外,如果设置了向压印位置周围的区域供应惰性气体从而将周围空气推走的构件,则还可以获得与该构件的位置有关的信息。

#### [0089] 第五实施方式

[0090] 在本发明的第五实施方式中,通过将根据第四实施方式的模具7的倾角的调节和利用基于压印顺序创建的液滴图案对压印材料2的施加量的调节进行组合来减小残余层2b的厚度不均匀性。第五实施方式适合于即使在调节模具7的倾角之后残余层2b的厚度不均匀性也不可忽略的情况。

[0091] 存储单元19存储概括为稍后将参照的图16中所示的流程图的程序。当创建单元25运行该程序时,创建了液滴图案。

[0092] 图14是示出了创建单元25创建在执行压印过程之前创建的液滴图案的过程50的流程图。在步骤S101中,创建单元25获取创建液滴图案必需的多条信息:即,模具信息、分配器信息、压印气氛信息等等。在步骤S102中,创建单元25基于在步骤S101中获取的多条信息创建关于压印材料2的分布的数据,该数据为针对单个投射区域20的每个区段所需的压印材料2的量的估计。

[0093] 在步骤S103中,创建单元25根据表示从分配器15喷射的每个液滴的尺寸的信息来计算单个压印动作所需的压印材料2的液滴数量。在步骤S104中,将所计算的液滴数量大致分配给投射区域20的多个区段,由此创建初步液滴图案。图15A中示出了初步液滴图案的示例。图15A中所示的区域对应于单个投射区域20。空白矩形区段21对应于将不施加任何压印材料2的区段。黑色矩形区段22对应于将要施加压印材料2的区段。

[0094] 参照图14,在步骤S105中,创建单元25从存储单元19获取与基板台架9的移动方向有关的信息和与该基板台架9的移动方向有关的信息对应的可能残余层信息。在步骤S106中,创建单元25根据已经在步骤S104和S105中获取的可能残余层信息和初步液滴信息创建将在分配器15上设置的液滴图案。在步骤S106中创建的液滴图案由数量与初步液滴图案相同的压印材料2的液滴构成,但是这些液滴以不同的方式分布。步骤S106是用来减小即使在执行了根据第四实施方式的调节模具7的倾角之后仍然可观察到的残余层2b的厚度不均匀性的步骤。

[0095] 现在,将进一步详细地描述步骤S106。如果如图13A所示在+X方向上顺序地形成图案,则残余层2b趋于在基板台架9的前侧上比在基板台架9的后侧上更厚。因此,创建单元25创建图15B中所示的液滴图案。通过该液滴图案,在投射区域23中,可以使得要施加在残余层2b趋于较厚的前侧上的压印材料2的液滴密度(或压印材料2的量的密度)(下文也称为“施加密度”)低于要施加在残余层2b趋于较薄的后侧上的压印材料2的液滴密度。

[0096] 如果如图13B所示在-X方向上顺序形成图案,在残余层2b趋于在基板台架9的前侧上比在基板台架9的后侧上更薄。因此,创建单元25创建如图15C所示的液滴图案。通过这种液滴图案,在投射区域23中,可以使得要施加在残余层2b趋于较薄的前侧上的压印材料2的液滴密度高于要施加在残余层2b趋于较厚的后侧上的压印材料2的液滴密度。

[0097] 创建单元25创建用于一种类型的模具信息的多个液滴图案,这是因为需要针对不同种类的可能残余层信息来创建不同的液滴图案。此外,在压印过程中,模具7的凹凸图案的部分可偶尔从基板3突出。因此,还需要创建用来防止压印材料2被喷向凹凸图案的这种

突出部分的液滴图案。

[0098] 图16是示出了其中根据第四实施方式的模具7的倾角调节和利用基于压印顺序创建的液滴图案对压印材料2的施加量进行调节相组合的压印过程的程序的流程图。控制单元17运行如图16中所示的程序。

[0099] 在步骤S20中,将模具7安装在模具台架6上,并且控制单元17获取与模具7的图案有关的信息和与压印顺序有关的信息。在步骤S120中,基于压印顺序计算可能残余层信息,该可能残余层信息表示可能在每个投射区域20中形成的残余层2b的倾向。在步骤S220中,创建单元25根据以上描述的过程50并考虑到由于通过模具台架6对模具7的倾角进行调节而实现的残余层2b的厚度不均匀性的减小来创建液滴图案。在步骤S220中创建的液滴图案中,在前侧和在后侧之间的施加密度存在差别。

[0100] 在步骤S320中,控制单元17在分配器15上设定适合于所关注的投射区域20的液滴图案。此外,在适合于所关注的投射区域20的方向上(即在减小残余层2b的厚度不均匀性的方向上)调节模具7的倾角。步骤S520至S920与图7中所示的步骤S400到S800相同,而步骤S1120与图7中所示的步骤S1000相同。因此,省略这些步骤的描述。

[0101] 在步骤S920中,在单个投射区域20上形成图案之后,如果控制单元17已经确定不是所有投射区域20都经历压印过程,则该过程继续至步骤S1020,在该步骤中,控制单元17检查是否预期在下一个所关注的投射区域20中改变可能残余层信息。如果确定预期改变可能残余层信息(是),则该过程返回到步骤S320,在该步骤中设定另一个液滴图案。然后,在步骤S420中,模具台架6根据新的可能残余层信息调节模具7的倾角。如果预期不改变残余层信息,该过程返回到步骤S420,在该步骤中,以相同的液滴图案并以与模具7相同的倾斜程度继续压印过程。

[0102] 以上已经描述了根据第五实施方式的压印过程的流程。在第五实施方式中,通过将模具7的倾角调节和利用基于压印顺序创建的液滴图案对压印材料2的施加量的调节相组合而减小残余层2b的厚度不均匀性。因此,能够减小即使在模具7的倾角进行调节之后也不可忽略的残余层2b的厚度不均匀性。此外,在即使在模具7倾斜时执行压印,在所关注的投射区域23中残余层2b也局部具有较厚部分的情况下,能够减小残余层2b的厚度不均匀性,从而通过改变液滴图案的施加密度而使得残余层2b的厚度变得均匀。

[0103] 第六实施方式

[0104] 在本发明的第六实施方式中,模具台架6还基于与基板台架9沿着水平平面的移动速度有关的信息来调节模具7的倾角。与基板台架9的速度有关的信息是表示基板台架9的速度水平或加速度率等的信息。

[0105] 通过将第六实施方式应用于第一实施方式,在位于压印位置处的基板台架9的倾角随着基板台架9的速度而改变的情况下,能够将残余层2b的厚度不均匀性降低到期望水平。

[0106] 此外,通过将第六实施方式应用于第四实施方式,在可能根据压印顺序产生的残余层2b的厚度不均匀性随着基板台架9的速度而变化的情况下,可以将残余层2b的厚度不均匀性降低到期望水平。

[0107] 其他实施方式

[0108] 现在将描述本发明的其他实施方式。第一到第六实施方式可以以任何方式组合。

根据本发明的实施方式中的任一个实施方式的压印设备1可以包括多个分配器15。在这种情况下,从面对已经向所关注的投射区域20喷射压印材料2的任一个分配器15的位置朝向压印位置的方向看作是基板台架9的移动方向。

[0109] 尽管以上实施方式都涉及调节模具7的倾角的情况,但是调节单元仅仅需要能够调节模具相对于基板的倾角。也就是说,只需要调节模具7和基板3中的至少一个的倾角。

[0110] 如果使用不同的分配器15用于基板3的投射区域23的不同位置,那么可能残余层信息的条数增加。即使在这种情况下,也能够既减少单个投射区域20中的残余层2b的厚度不均匀性,又减少多个投射区域20中的残余层2b的厚度不均匀性。

[0111] 基板台架9的移动方向通过基板3上的所关注投射区域20的位置、分配器15的位置和压印位置来确定。压印顺序不限于图3A和3B中所示的压印顺序。压印可以以随机顺序、Z字形顺序等进行。控制单元17和存储单元19可以设置在单个控制板上或分别设置在分开的控制板上,只要这些单元17和19执行以上描述的相应功能即可。

[0112] 尽管第一至第六实施方式都涉及利用施加至可利用光固化的压印材料2的紫外光4来固化压印材料2的光学压印方法,但是本发明不限于这种压印方法。压印材料2可以是利用任何种类的电磁辐射(包括光)固化的材料或者利用热固化的材料。

[0113] 制品制造方法

[0114] 根据本发明的实施方式的制造制品(半导体集成电路装置、液晶显示装置、成像装置、磁头、可擦写光盘(CR-RW)、光学装置、光掩模等)的方法包括通过使用压印设备1在基板3(单晶硅晶片、绝缘体上硅(SOI)、玻璃板等)上形成图案的步骤、和在具有图案的基板3上执行蚀刻和离子注入中的至少一个的步骤。该方法可以进一步包括任何已知的处理步骤(氧化、膜形成、沉积、平面化、脱胶、划切、粘结、包装等等)。

[0115] 尽管已经参照示例性实施方式描述了本发明,但是应该理解本发明不限于所公开的示例性实施方式。如下权利要求的范围将赋予最宽泛的解释,以便涵盖所有这些变型和等价结构及功能。

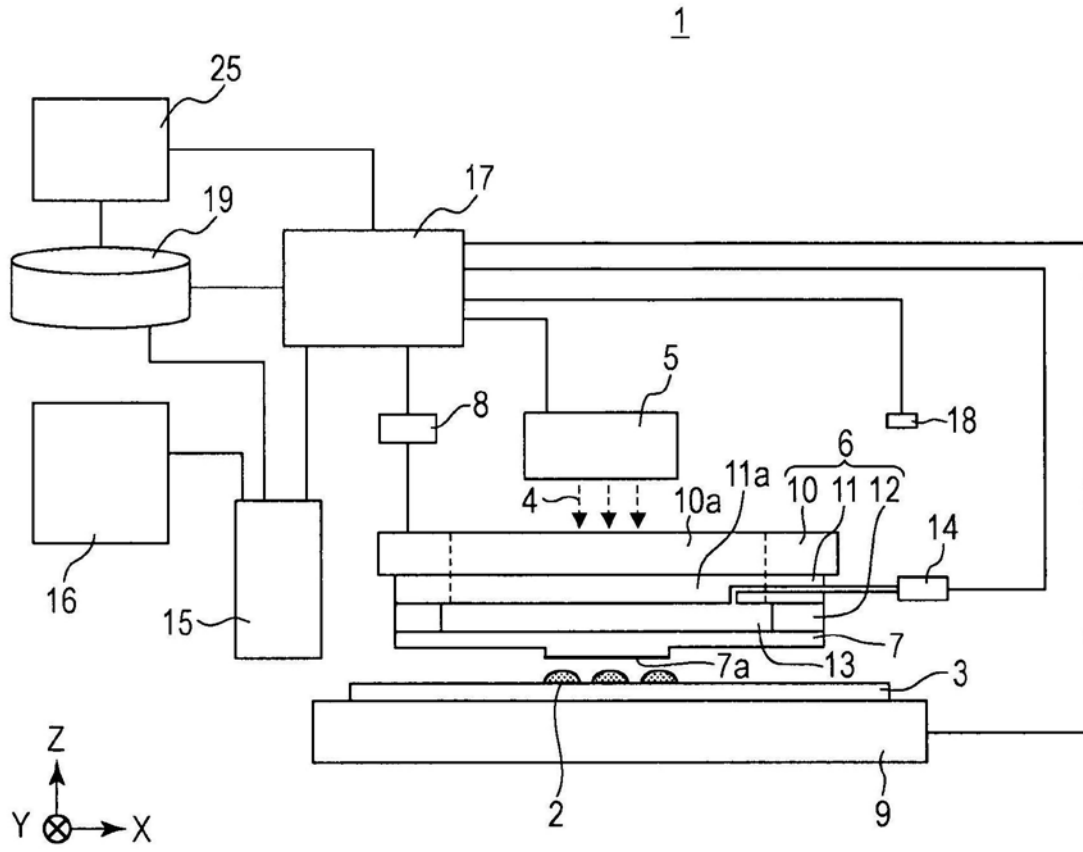


图1

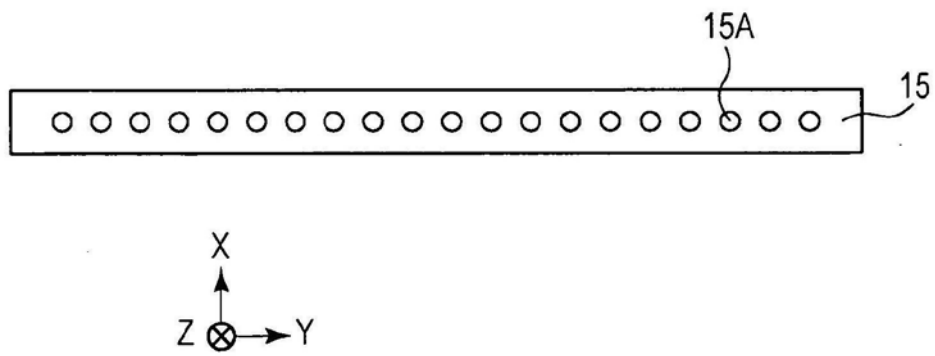


图2

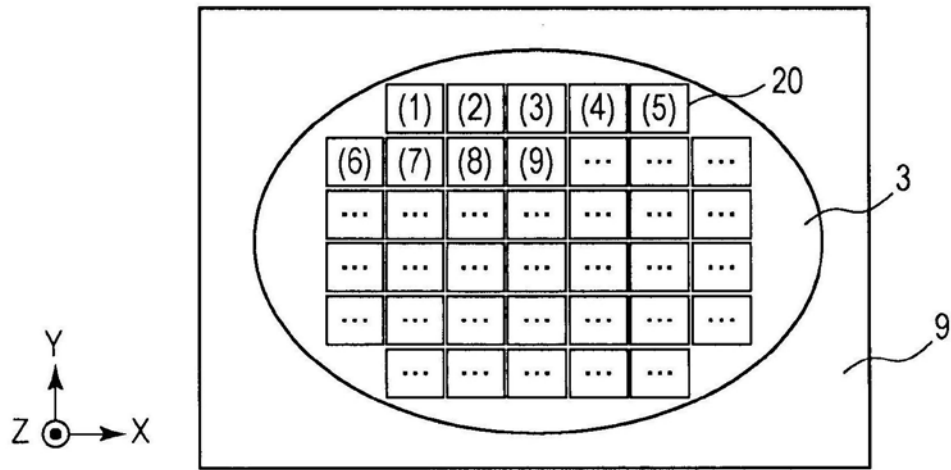


图3A

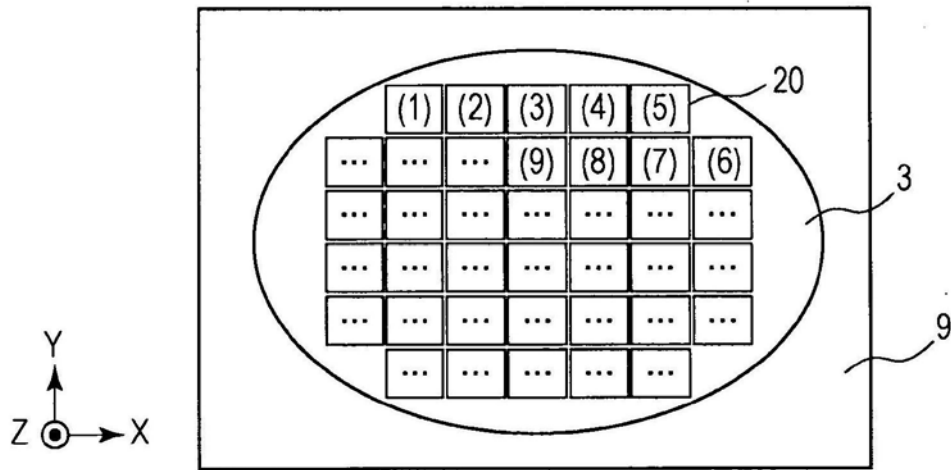


图3B

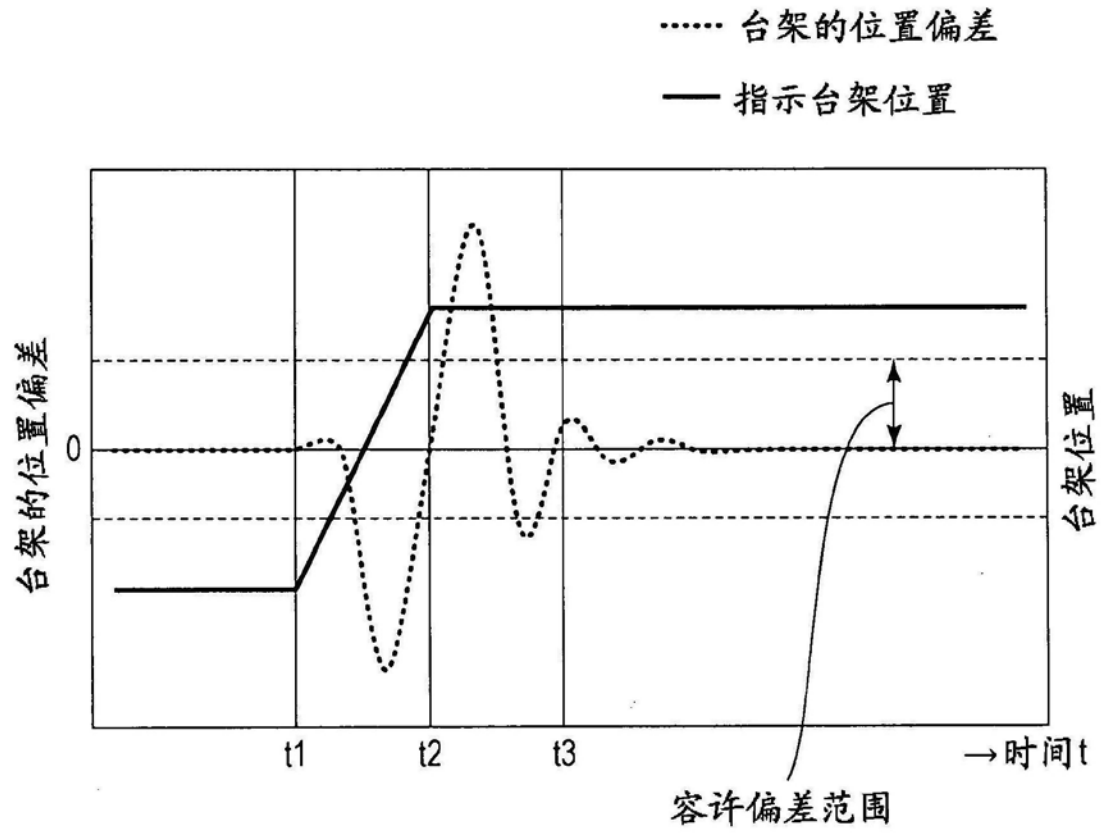


图4

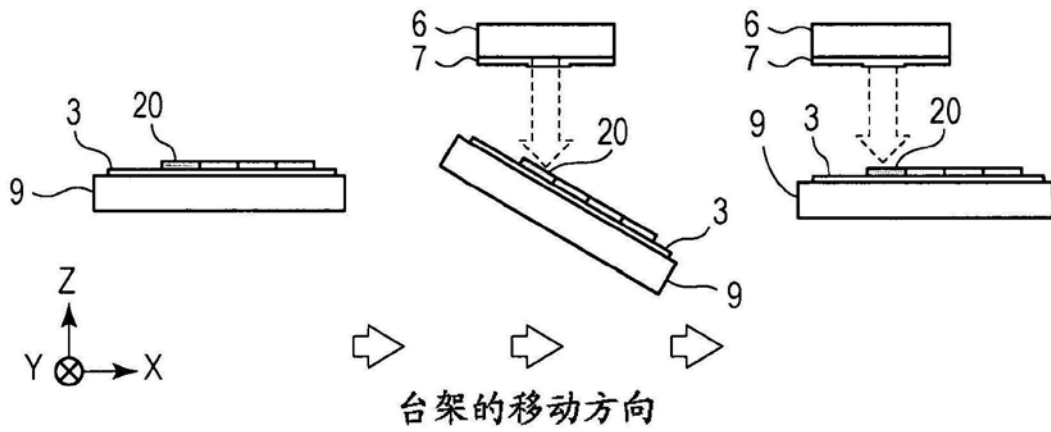


图5A

图5B

图5C



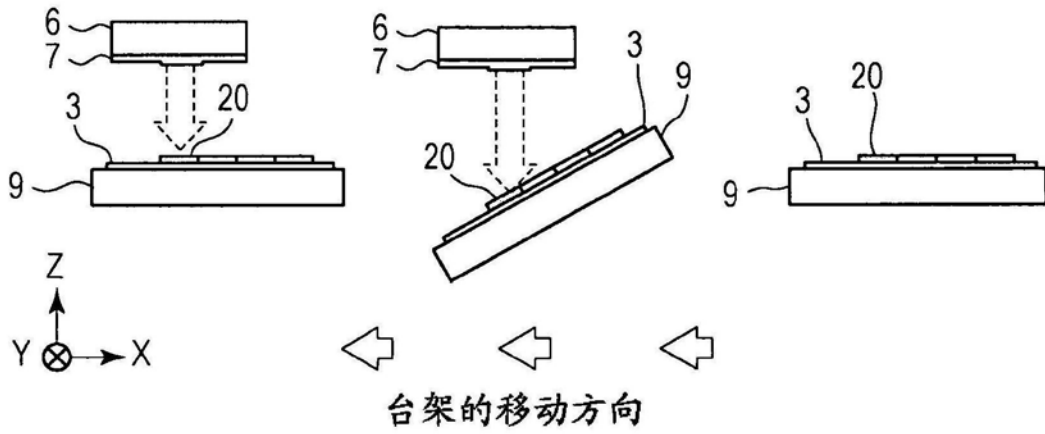


图 5F

图 5E

图 5D

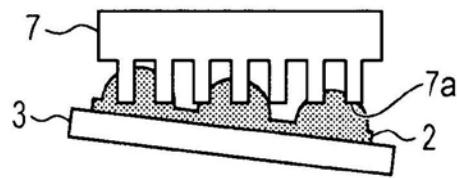


图6A

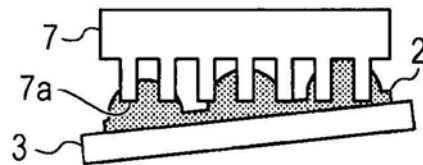


图6B

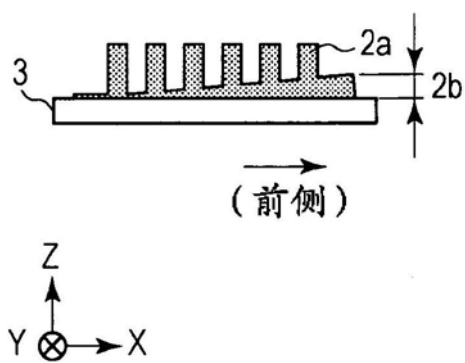


图6C

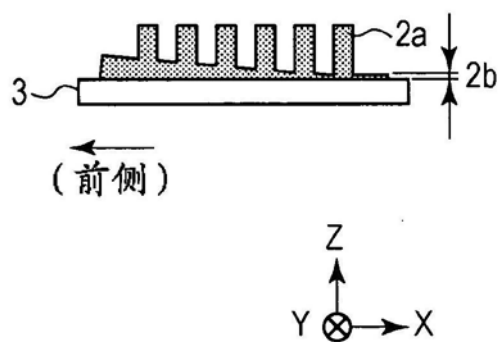


图6D

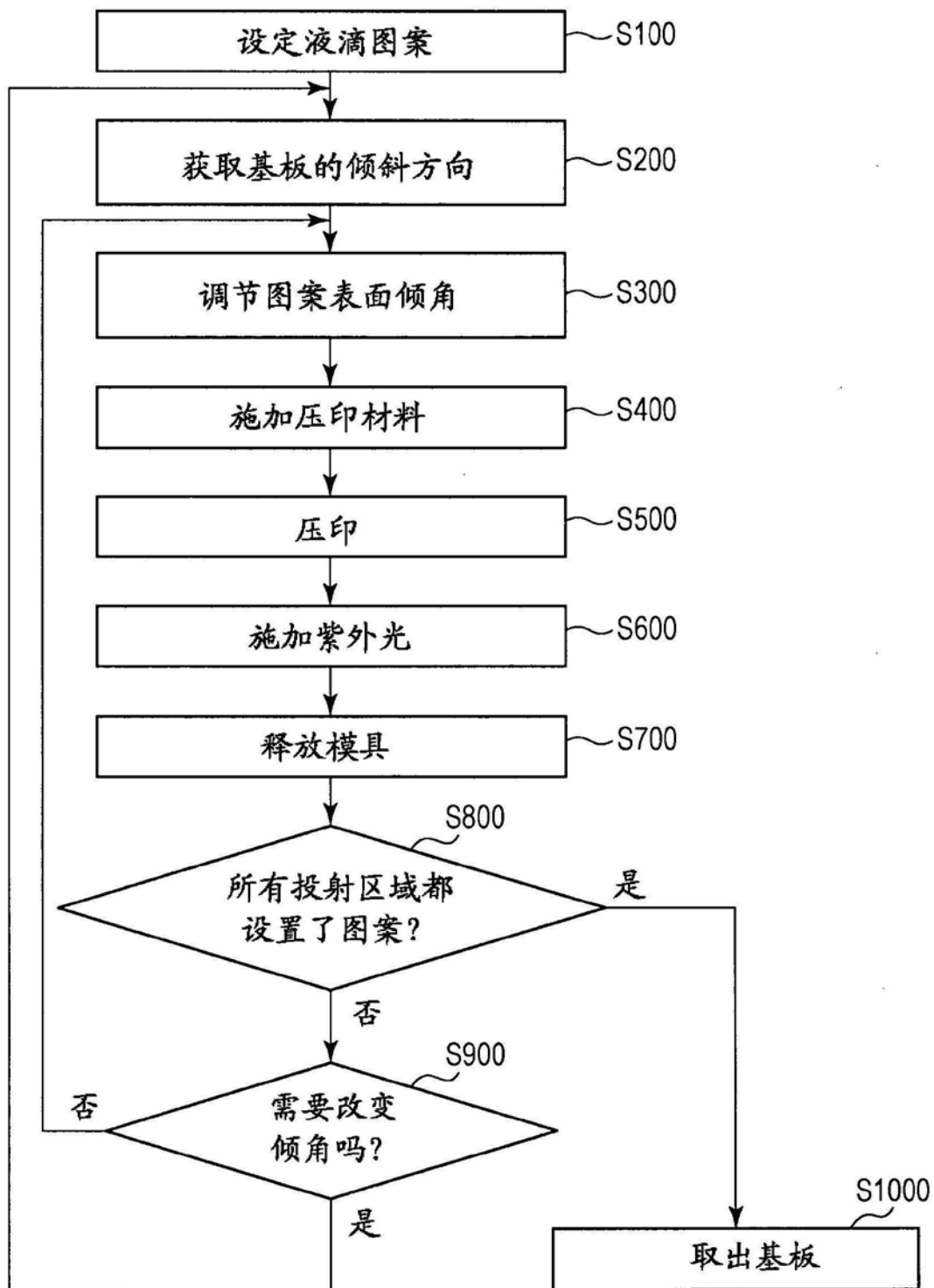


图7

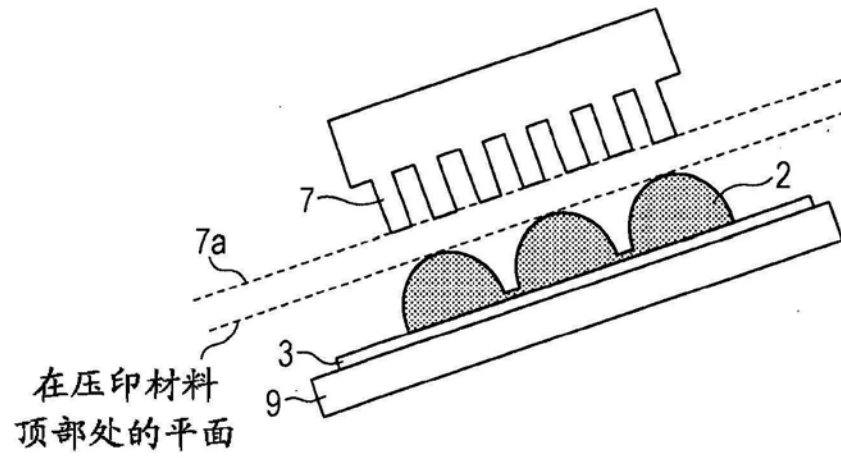


图8

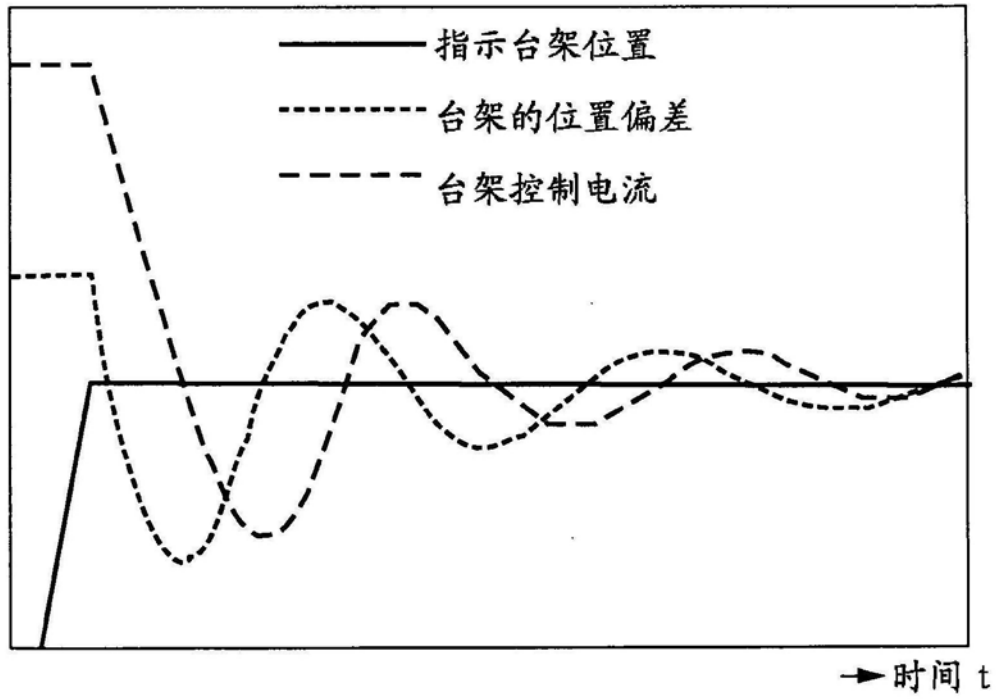


图9

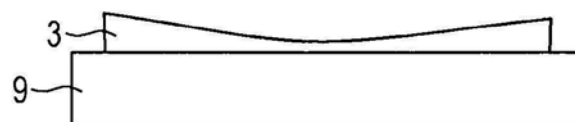


图10A

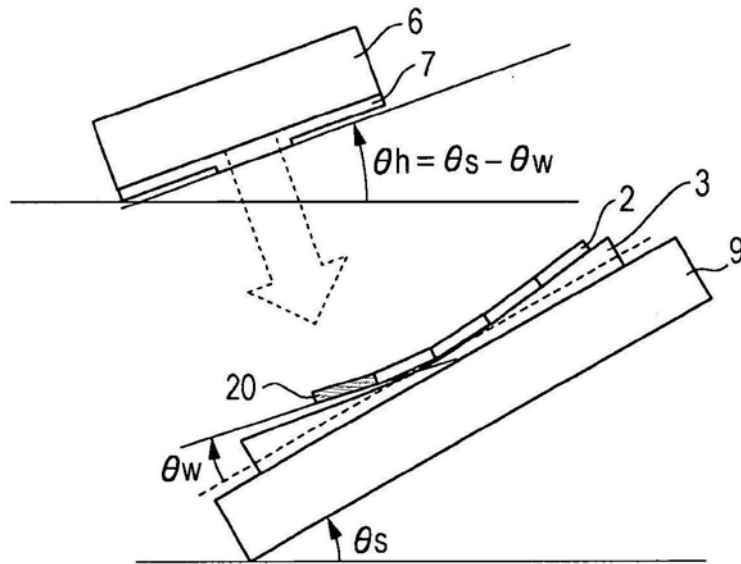


图10B

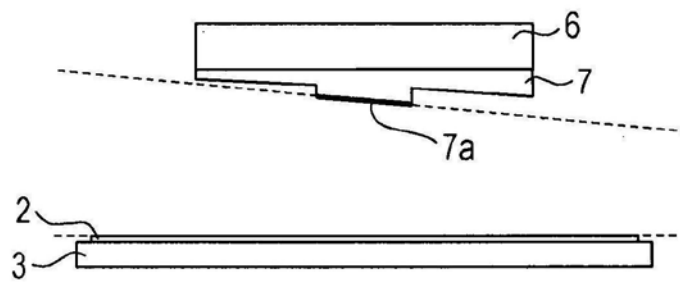


图11A

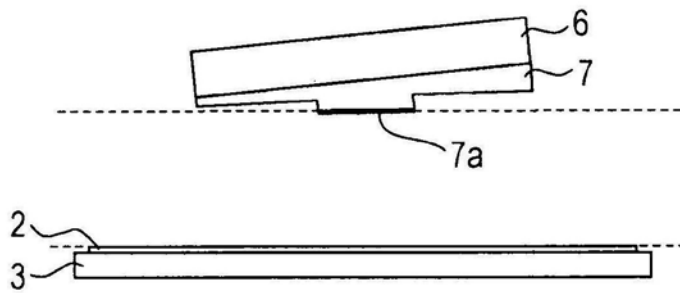


图11B

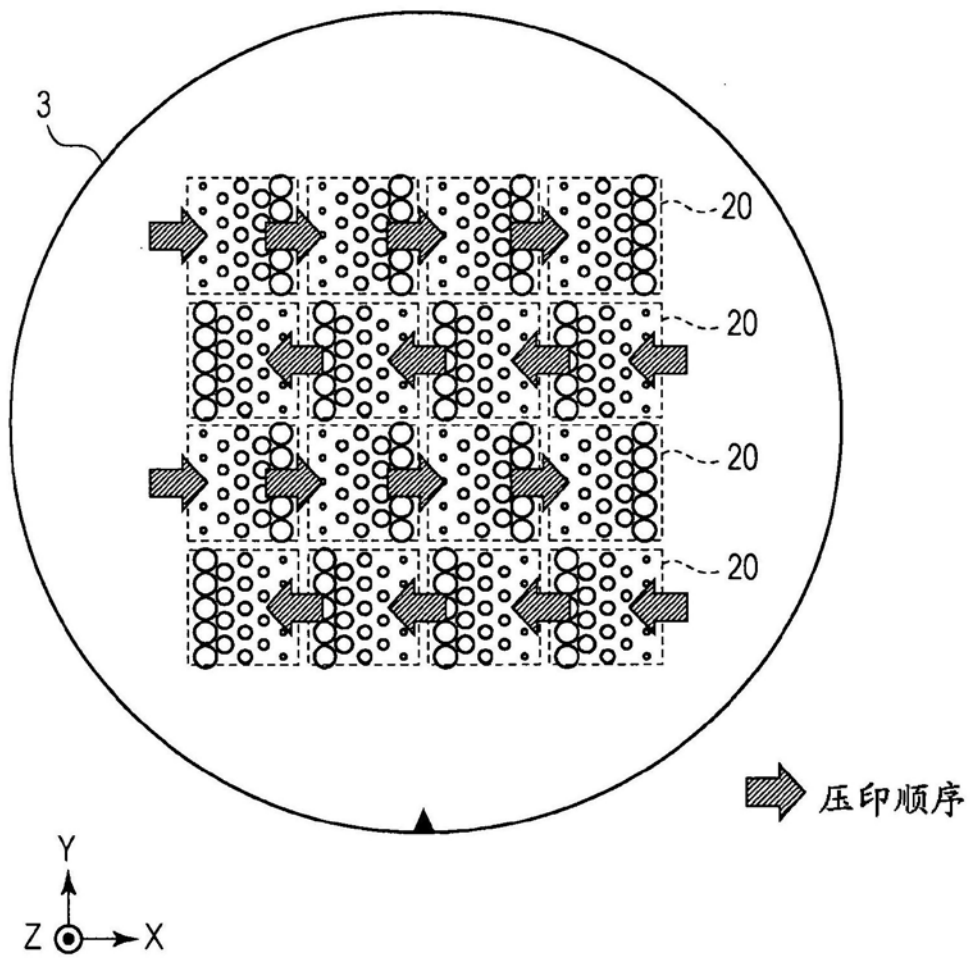


图12

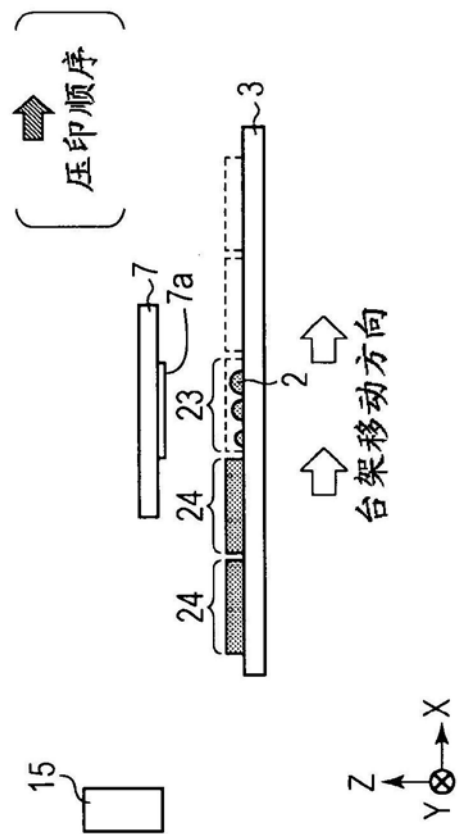


图13A

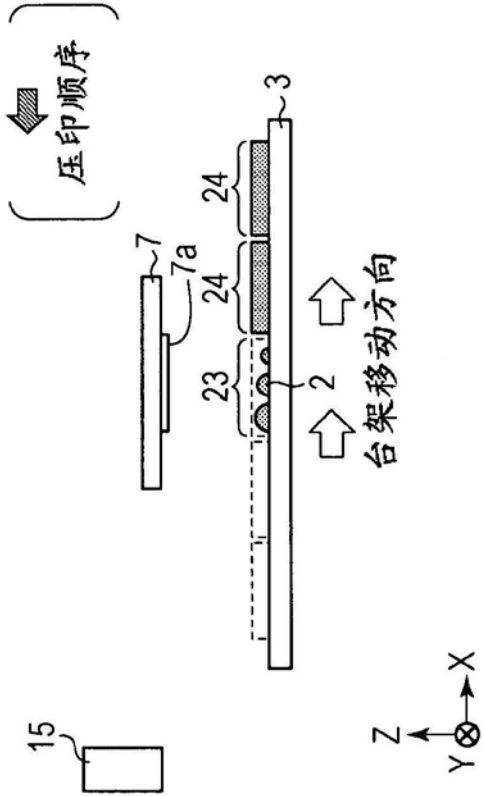


图13B



图13C





图13D

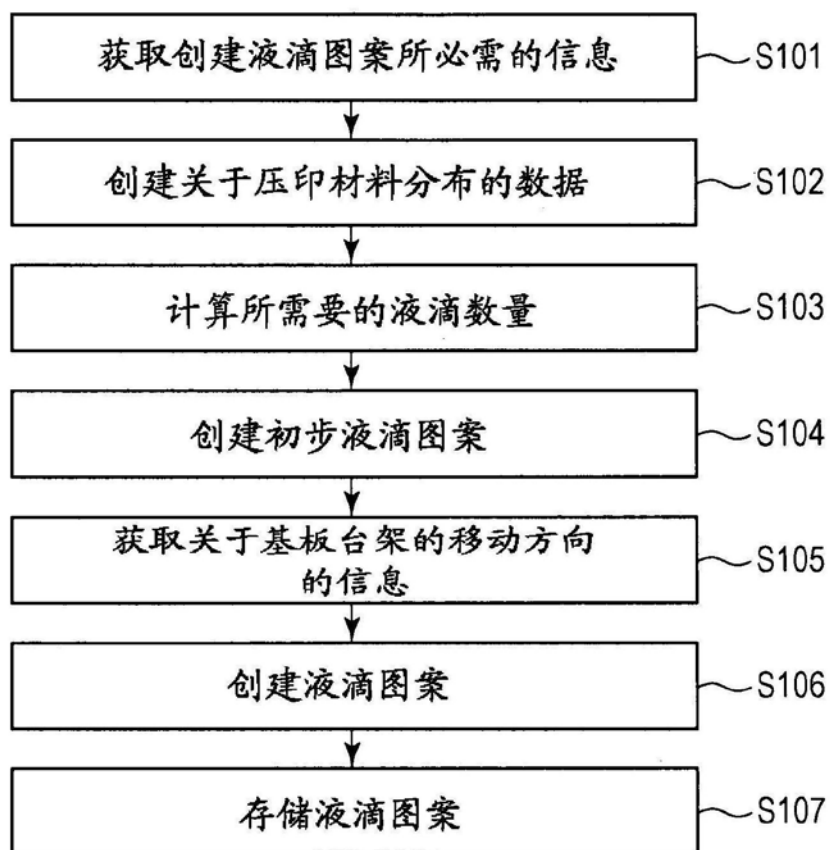
50

图14

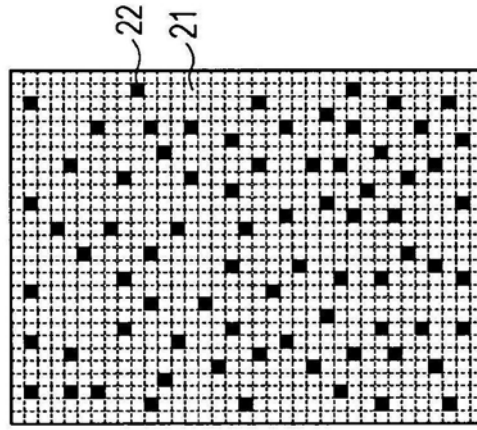


图15A

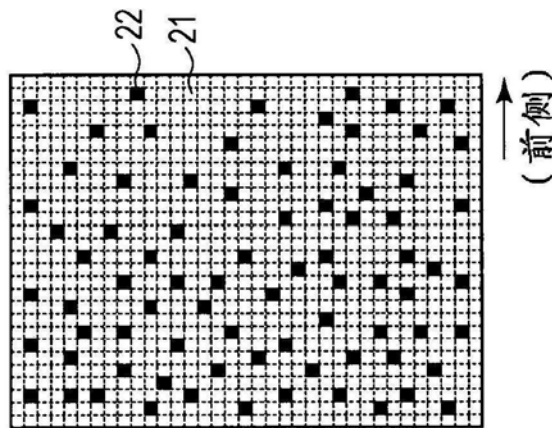


图15B

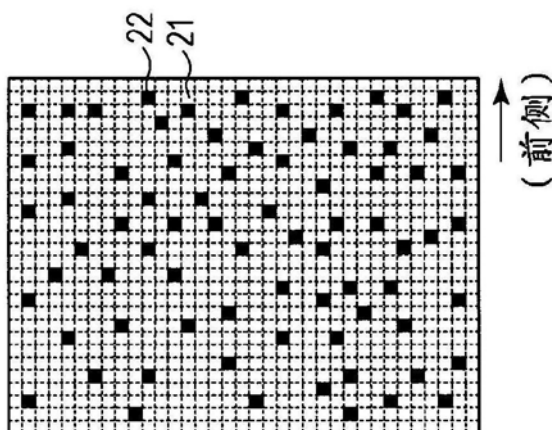


图15C

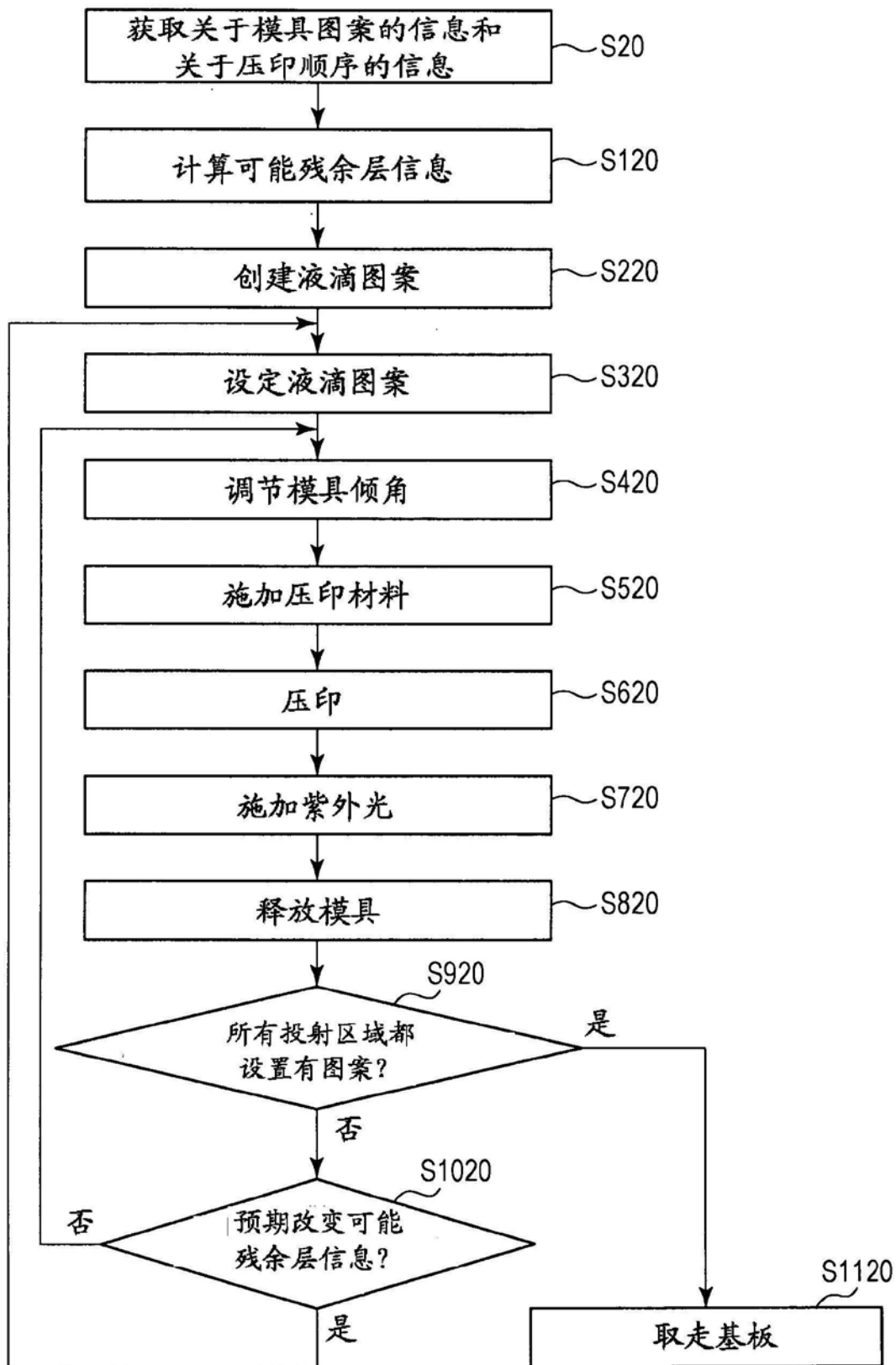


图16