



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101547748 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 31

(21) 申请号 200780044953. 6

(22) 申请日 2007. 12. 03

(30) 优先权数据

06125296. 1 2006. 12. 04 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 06. 04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/054888 2007. 12. 03

(87) PCT申请的公布数据

W02008/068701 EN 2008. 06. 12

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 M·A·弗舒伦 M·梅根斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李亚非 刘红

(51) Int. Cl.

B05D 1/28(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1665684 A, 2005. 09. 07,

WO 2006/043244 A1, 2006. 04. 27,

EP 0794016 A1, 1997. 09. 10,

WO 2006/117745 A2, 2006. 11. 09,

US 2005/0087911 A1, 2005. 04. 28,

审查员 于佳

权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 13 页

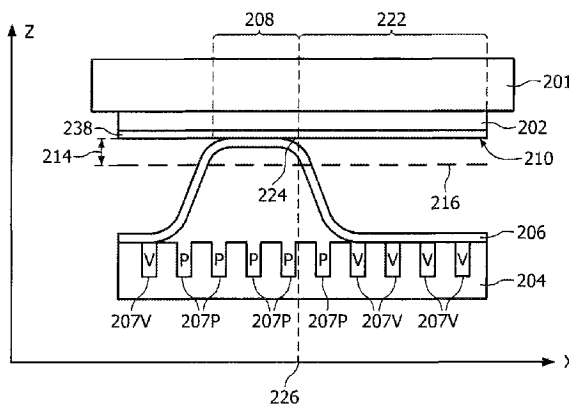
(54) 发明名称

用于将薄片应用到基板的方法和设备

(57) 摘要

本发明提供了一种以无应力和更小畸变的方式将薄片层叠到基板的方法和设备。该方法包括提供薄片和基板,使得在该薄片和基板之间存在吸引力,至少当基板和薄片的距离短于临界距离时,该吸引力能够使该薄片和表面结合在一起。该方法通过在薄片和基板之间局部地形成初始接触而产生这些条件,使得在基板和薄片接触的区域以及基板和薄片不接触的区域之间的边界,即接触前缘,存在这些条件。在另一步骤中,薄片和基板允许逐渐形成接触,使得接触前缘或者沿着基板或者沿着薄片表面前进,籍此增大基板和薄片之间的接触区域。当在压印光刻或者模压工艺或者特征图案需要从基板转印到表面或者从表面转印到基板的其它过程中,该方法是有利的。

CN 101547748 B



1. 用于建立基板的第一表面和薄片的第二表面之间的接触的方法,该方法包括如下步骤:

- 提供该基板和该薄片;

- 提供在该基板和该薄片之间形成吸引力的力产生装置,当该第一表面和该第二表面之间的第一距离小于阈值距离时,该吸引力能够使该第二表面和该第一表面的至少部分相互靠近;

- 建立该第一表面和该第二表面的第一区域之间的初始接触,同时防止在该第一表面和该第二表面的第二区域之间建立另一个接触,藉此该第一区域和该第二区域通过接触前缘划分,该接触前缘由该第一区域和该第二区域之间的边界线定义;

- 通过允许该接触前缘沿着该第一表面在该第二区域的方向中前进,使得该前进由该吸引力决定,由此建立另一个接触。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中该吸引力为作用于该第一表面和该第二表面之间的表面力。

3. 根据权利要求 2 的方法,其中在建立另一个接触之前,该基板和该薄片至少之一包括流体,使得该第一表面和该第二表面至少之一的一部分由该流体提供。

4. 根据权利要求 3 的方法,其中该流体与该第一表面和该第二表面至少之一形成最多 90 度的接触角。

5. 根据权利要求 1 的方法,其中建立该初始接触,使得形成至少两个独立的接触前缘,所述至少两个独立的接触前缘中的每一个由该第一区域和至少两个独立的第二区域中相应的区域之间的边界线定义,并且该至少两个接触前缘中的每一个沿相应的第二区域的方向前进以建立相应的另一个接触。

6. 根据权利要求 1 的方法,其中

- 防止该第二区域与该基板表面形成接触包括抑制该第二区域的至少部分与该第一表面形成接触,由此在建立初始接触之后防止该接触前缘前进;以及

- 释放该第二区域的受抑制部分的一部分,以允许该接触前缘前进。

7. 根据权利要求 6 的方法,其中该接触前缘以一前进速率前进,且该第二区域以一释放速率释放,该释放速率小于该前进速率。

8. 根据权利要求 7 的方法,其中该前进速率被测量且结果用于设定该释放速率。

9. 根据权利要求 7 的方法,其中在另一个接触建立期间,该前进速率被测量至少一次,且所测量的前进速率值用于调整该释放速率。

10. 根据权利要求 1 的方法,其中该薄片包括用于转印到该基板的模板图案。

11. 根据权利要求 10 的方法,其中该模板图案利用光刻工艺转印到该基板。

12. 根据权利要求 10 的方法,其中该模板图案包括立体表面,且该模板图案利用模压工艺转印到该基板。

13. 根据权利要求 10、11 或 12 的方法,其中在该模板图案转印到该基板之后,该模板图案与该基板分离。

14. 用于执行权利要求 1 的方法的设备,该设备包括:

- 用于支持该基板的第一支架;

- 用于支持该薄片的第二支架;

- 形成吸引力的力产生装置,用于建立该初始接触。

15. 根据权利要求 14 的设备,还用于执行权利要求 7 的方法,该设备还包括用于控制该前进速率的控制装置。

16. 根据权利要求 15 的设备,其中该控制装置包括用于抑制和释放该第二表面的该第二区域的至少部分的抑制和释放装置。

17. 根据权利要求 16 的设备,其中该控制装置还包括用于测量该前进速率的测量装置。

18. 根据权利要求 17 的设备,其中该控制装置还包括调整单元,该调整单元能够根据所测量的前进速率来调整该释放速率。

19. 根据权利要求 16、17 或 18 的设备,其中该抑制和释放装置包括多个分隔开的装置,每个装置能够抑制和释放该薄片的第二区域的一部分,两个相邻的分隔开的装置之间的最大距离至多为 5mm。

用于将薄片应用到基板的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及在基板的第一表面与薄片的第二表面之间建立接触的方法。本发明还涉及使用该建立接触的方法将模板图案从挠性薄片转印到基板的方法。本发明进一步涉及用于执行任一所述方法的设备。

背景技术

[0002] US 5669303 公开了一种用于微接触印刷的设备,该设备包括:支持结构;挠性印模,具有包括预定图案且布置为与该支持结构相对的印模表面;压力控制室,布置于该支持结构上方;以及机械附件,附着到该挠性印模。此外,US 5669303 公开了一种用于微接触印刷的方法。在该方法中,通过改变该挠性印模两端的压力差获得挠性印模的经润湿的印模表面和物件表面之间的接触,使得接触开始于挠性印模的中心并以受控方式向外行进。

[0003] US 5669303 涉及在挠性印模和基板之间逐步建立接触,从而避免空气夹入印模和基板之间。然而,采用已知方法和设备,图案畸变,因为印模在变形和拉伸状态下接触基板。

[0004] US 5669303 解决了图案畸变的问题。具体而言,应当注意,由于挠性印模的弹性和/或局部应变,会出现图案的偏斜或局部变形。在恰当位置压缩或拉伸该挠性印模而得到解决方案,其中在需要时机械附件设置有恰当的检测和控制元件以提供这种校正。总而言之,该解决方案需要复杂的校正系统,且与实用还相差甚远。

[0005] 根据本发明的方法和设备相对于 US 5669303 的方法和设备构成一主要区别。在该已知方法和设备中,挠性薄片被压抵基板,其中由外部压力在挠性薄片内诱导应力,而在本发明的方法和设备中,故意不诱导应力。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种用于在薄片和基板之间建立接触而不使薄片以及该薄片上可能存在的图案变形的的方法。

[0007] 在第一方面,本发明的目的通过提供一种用于建立基板的第一表面和薄片的第二表面之间的接触的方法来达成,该方法包括如下步骤:

[0008] - 提供该基板和该薄片;

[0009] - 提供在该基板和该薄片之间形成吸引力的力产生装置,当该第一表面和该第二表面之间的第一距离小于阈值距离时,该吸引力能够使该第二表面和该第一表面的至少部分相互靠近;

[0010] - 建立该第一表面和该第二表面的第一区域之间的初始接触,同时防止在该第一表面和该第二表面的第二区域之间建立另一个接触,藉此该第一区域和该第二区域通过接触前缘分离并由此形成该第一距离;

[0011] - 通过允许该接触前缘沿着该第一表面在该第二区域的方向中前进,使得该前进由该吸引力决定,由此建立另一个接触。

[0012] 术语薄片(sheet)在本发明的上下文中应理解为具有材料属性和几何尺寸使得

其至少一定程度上是挠性或可变形的对象。在本发明上下文中，挠性指可以反复弯折或变形而基本无损伤。

[0013] 术语基板旨在包括所有可以想到的挠性或刚性的基板，且无意区分对象是否挠性。

[0014] 提供力产生装置，使得得到的吸引力作用于基板和薄片之间。该吸引力足够大，使得至少当基板以及第二表面的第二区域之间的距离小于阈值距离时，这些表面更加靠近在一起。因此，尽管在该方法期间，该吸引力会在特定时间点起作用，但其在该点可能不具有使该基板和薄片之一或二者位移的效果。然而，至少当第一表面和第二表面之间的距离已经减小至低于阈值距离时，在测量该距离的位置处起作用的该吸引力将减小该距离。

[0015] 该力产生装置可以具有多个来源，包括诸如范德瓦尔斯力的分子力、偶极力或者离子力、(电)磁力等。在本发明的上下文中，力的强度可以根据需要位移的基板和或薄片部分的质量而调整或提供。备选地，当力产生装置提供基本不可调整的吸引力时，质量可以被调整以适应该力从而满足本发明的要求。

[0016] 仅在该薄片的第一区域和该基板的第一表面之间建立初始接触，同时保持或防止与该第一区域毗邻的该薄片的第二区域与该第一表面形成接触。在该阶段，术语“防止”用于表示对于本发明，建立该第一接触是足够的，使得第二区域根本不接触第一表面。该步骤的结果为，第一区域通过沿着第一表面伸展的边界线与第二区域分离，该边界线定义接触前缘。该边界线或接触前缘的形状或曲率取决于该第一接触区域定义的方式。例如可以存在多个接触前缘，或者接触前缘可以形成闭合环路。

[0017] 本发明于是基于下述进一步认识，在接触前缘的任一侧上的特定小区域内，在第一和第二表面之间存在比针对给定吸引力和待位移质量而言的阈值距离小的距离。因此，根据本发明，提供该吸引力，使得至少当第一表面和第二表面之间的距离非常小时，该吸引力刚好足够大以移动第一表面和第二表面使之更加靠近在一起，即，提供该力，使得该吸引力将有效地使第一表面和第二表面相向位移至少超出小的阈值距离或者换言之至少在接触前缘附近。藉此，本发明利用小的力来提供薄片和 / 或基板的位移。

[0018] 优点为，这些小力的剪切分量因此是小的，其中这些剪切分量负责沿着接触前缘附近的表面在基板和 / 或薄片内引入应力。藉此，在接触前缘附近的挠性薄片的畸变也被最小化。因此，在建立另一个接触期间在接触前缘的位置实际建立接触的时刻，薄片相对于其平衡状态基本没有畸变，因此没有应力和变形。

[0019] 根据该方法，在建立另一个接触期间，接触前缘在第二区域的方向中沿第一表面前进。该附件继续进行，使得在接触前缘后面以接触前缘前面的第二区域为代价形成第一区域。藉此，薄片和基板可以由吸引力决定而逐渐相互附着。

[0020] 该方法的优点为，接触前缘前进且第二区域和第一表面之间的接触被建立，而不必提供前进方向中的前进力。这与现有技术方法，例如 US 5669303 和 US 2004/0197712 中披露的方法成鲜明对比，其中在这些方法中，按压构件沿挠性薄片位移以移动接触前缘，从而引入大的剪切力。

[0021] 该方法的另一优点为，通过前进的接触前缘来建立另一个接触，这减少了该第一表面与该第二表面的第二区域之间的空气夹入。由此避免了由于例如空气夹入引起的应力和变形。

[0022] 该方法的再一优点为,第一表面和第二表面无需平坦。本发明可实现无应力状态下接触的共形建立。薄片可附着到弯曲或包括不规则性的第一表面,该薄片(和/或基板,如果该基板是挠性的)藉此在该薄片和/或基板的挠性(弯折或变形)极限内遵照该曲率或不规则性。当例如在半导体工艺中,晶片由于热处理而不严格平坦时,本领域技术人员可以显见该优点。通过本发明的方法可以方便地处理这种不平坦。

[0023] 该方法的另一优点为其不依赖于重力。在重力减少的自由空间以及在第一表面和第二表面取向为使得在另一个接触建立期间第一表面和第二表面彼此相向移动的方向垂直于重力方向的情形中,本发明的方法仍然有效。再者,该方法在重力作用方向与该移动方向相反的情形中有效。

[0024] 在一实施例中,吸引力为作用于第一表面和第二表面之间的表面力。吸引力可包括分类为体积(容积)力或表面力的分量。尽管例如,诸如重力和特定电磁力的体积力随着与被吸引对象(体积)之间距离增大而缓慢减小,但表面力表现大幅减小。表面力包括直接分子来源的力,诸如范德瓦尔斯力或偶极力。当实体之间的距离非常小时,即,当阈值距离非常小时,表面力非常显著。这些力非常小而与作用于材料内的原子间或者分子间力(范德瓦尔斯力、偶极力或离子力)强度相当,这提供了例如薄片和/或基板的形状完整性。因此,从力控制角度而言,使用这些力来建立接触是有利的。

[0025] 另一优点为,表面力仅作用于表面,而不作用于薄片和/或基板的实体上。通过体积力发生的表面细节挤压及由此引起的变形藉此被减少或防止,当第一或第二表面包括立体(relief)特征时这尤为重要。

[0026] 此外,表面力的强度可以通过例如化学或物理表面改性来有利地调节。与表面活性剂单分子层一样薄的材料层可用于达成这一点。利用本领域已知的标准技术,单分子层可用于将其表面性能从亲水改变为疏水。

[0027] 在一实施例中,在建立另一个接触之前,该基板和该薄片至少之一包括流体,使得该第一表面和该第二表面至少之一的一部分由该流体提供。本实施例的结果为,在建立另一个接触之后,该流体存在于第二表面的第二区域与第一表面的至少部分之间。该力由流体与第一表面和/或流体与第二表面的粘合属性引起。该流体有利地允许在建立另一个接触的过程中累积的可能的剪切力、应力或压力差由于其流体动力学属性而减小或消除。因此,尽管接触已经建立,流体流动有助于减小可能的不完善。

[0028] 在一实施例中,该流体与该第一表面和该第二表面至少之一形成最多 90 度的接触角。如果流体与表面形成小于 90 度的接触角,则流体具有浸润该表面的倾向并因此在该表面上扩展开。因此,就在建立另一个接触之前或期间,该流体无需存在于整个第二区域上。此外,起作用的吸引力包括由于表面张力引起的表面力的分量。毛细管效应可用作吸引力。第一和/或第二表面于是可以设置有毛细立体表面(relief surface)以实现接触前缘的前进。该流体的浸润属性可以使用诸如表面活性剂之类的表面活性材料来变更。这些可以应用于该流体,也可以应用于第一表面和/或第二表面。这是有利的,原因在于,当第一表面、流体和第二表面并非固有地相容以得到所需的 90 度接触角时,这种改性可用于提供这种接触角而不必全部变更该流体和/或第一表面和/或第二表面。藉此提供了该方法的更加宽广的应用性。

[0029] 在一实施例中,建立该初始接触,使得至少两个独立接触前缘形成,并且在另一个

接触建立期间,两个接触前缘均前进。独立前进的多个接触前缘减少了建立另一个接触所需的时间。此外,如果在建立另一个接触期间不规则性随着需要建立另一个接触的距离积累,则减小该距离也将减小出现这些不规则性的范围。注意,具有至少两个独立接触前缘意味着还存在至少两个独立的第二区域。

[0030] 在一实施例中,防止该第二区域与该基板表面形成接触包括抑制该第二区域的至少部分使其不与该第一表面形成接触,由此在建立初始接触之后防止该接触前缘前进,以及释放该第二区域的受抑制部分的一部分,以允许该接触前缘前进。在本实施例中,通过抑制该第二区域的至少部分使得另一个接触无法建立而在初始接触建立之后将该接触前缘的前进限制在第一距离内。只有在释放该受抑制的第二区域的一部分之后,该接触前缘才前进特定距离。该前进可以持续直至再次被第二区域的剩余受抑制部分妨碍的点。随后,该受抑制区域的下一部分可以被释放以继续建立另一个接触的过程。备选地,另外部分被释放,使得前进可以继续而不受干扰。尽管看上去在另一个接触建立期间在该过程中引入应力,但情况并非如此。其原因在于,在通过前进的接触前缘建立另一个接触之前,受抑制薄片的一部分被释放,使得该部分可以驰豫。该驰豫反过来使得可以建立另一个接触,且因此使得接触前缘在无应力条件下进行。

[0031] 本实施例的一个优点在于,其可以用于各种部件(基板和薄片)的取向和重量将干扰该过程的情形。因此,例如,如果第一或第二表面之一是粘性的,优选地其不取向为使得灰尘由于重力将落在顶部上,不会使得该表面表现为灰尘收集器。粘性表面可以有利地将其粘性表面朝下来放置,而不落在其需要附着的表面的顶部。此外,被释放但是尚未附着到第一表面的该第二区域的受抑制部分的一部分,即,在建立另一个接触时实际上自由移动的部分,可以任意选择。这是有利的,因为控制该自由部分的质量和稳定性减少该方法对外部环境例如振动或空气对流的敏感度。此外,如较前所述,吸引力必须能够使该自由质量位移。对质量的控制提供了对于吸引力且也提供了对于该方法的前进速率的设计自由度和优化。

[0032] 备选地,该薄片的受抑制部分可以在固定位置保持在无应力状态,具有与其需要接触到的表面的形状相对应的形状。

[0033] 在一实施例中,该接触前缘以一前进速率前进,且该第二区域以一释放速率释放,该释放速率小于该前进速率。前进速率定义为单位时间内接触前缘例如在基本垂直于接触前缘的方向中前进的距离。释放速率为单位时间内在与测量前进速率的方向相同的方向(例如在基本垂直于接触前缘的方向)中薄片的第二区域被释放的量(或长度)。接触前缘的前进速率取决于薄片和基板的属性(例如第一和第二表面以及薄片和/或表面的整体属性,诸如刚性)以及力。因此,前进速率在许多情形中由手头系统给出且不受外部控制。相反,释放速率可被控制。例如当前进速率并不一成不变沿着接触前缘时,这是有利的,因为随后接触前缘将改变其形状,例如将变为弯曲的,即使在开始时是线性的。结果是,在建立另一个接触期间,薄片可能变形且应力藉此引入薄片。通过使用比最大前进速率小的释放速率,可以抵消或者甚至防止该弯曲。实际上,接触前缘的最快前进区域逐渐减慢到释放速率。释放速率是可控的且可根据需要调整。因此,通过将释放速率至多调整到最小前进速率的值,可以防止接触前缘的弯曲。因此,按照这种方式,建立另一个接触的过程可以精确地受控制以提供接触,其中当第一表面和/或第二表面的性质或属性在这些表面上不恒

定而使得前进速率在这些表面上且沿着接触前缘变化时,不引入应力。

[0034] 本实施例防止薄片的自由部分随着另一个接触建立的进行而变大。藉此防止由于在前进中的接触前缘之前第一表面和第二表面之间的提前接触 (premature contact) 引起的空气夹入的形成。

[0035] 备选地,可以根据相同原理通过控制释放速率来操控接触前缘。

[0036] 在一实施例中,该前进速率被测量且结果用于设定该释放速率。如先前实施例所述,前进速率在许多情形下为一取决于手头系统的属性。尽管可以通过设计或者选择例如待接触的第一和第二表面的属性来影响该前进速率。一般难以基于这些属性来预测前进速率。在本实施例中,通过测量前进速率可以有利地使得无需进行该预测。这例如可以在测试运行内完成。一旦已知前进速率,则可以根据期望以及已知的前进速率来调整或设置释放速率,而无需知晓决定该前进速率的系统的所有细节。除了速度之外,这还提供了该方法应用上的灵活性。

[0037] 在一实施例中,在另一个接触建立期间,该前进速率值被测量至少一次,且所测量的前进速率值用于调整该释放速率。尽管在理论上通过控制手头系统的属性可以影响前进速率,但从实际角度而言,这是一项艰难的任务。将该系统布置成使得前进速率已知且在需要被接触的表面上基本恒定甚至更难且有时是不可能的。在本实施例中,通过在建立另一个接触期间实际测量该前进速率而有利地使得无需进行该任务。因此,实际前进速率被用于调整释放速率,使得另一个接触的建立以畸变最小的方式进行。当待接触表面在表面上具有差别巨大的属性时,或者当薄片的刚性由于例如厚度或者其他尺度变化而不均匀时,本实施例尤为有利。

[0038] 在一实施例中,该薄片包括用于转印到该基板的模板图案。本发明的方法可以有利地用于将图案转印到基板,就像例如在诸如微接触印刷、模压或压印光刻的印刷工艺中以及光刻工艺中所做的那样。当薄片和 / 或表面包括易损特征时,本发明的用于建立接触的方法尤为有利。易损特征例如存在于转印工艺中使用的小尺寸的图案中。本发明的方法于是提供了基本不使这些特征变形而建立接触的机会,使得这些特征在接触已经建立时可以充分地再现。优选地,待再现的图案或特征随后存在于第二区域,因为这是第二表面的部分 (使用该第二表面的部分将建立另一个接触)。此外,这些及其它特征可以在一个图案化运行内转印到大面积上,其中大面积例如为大于 4cm^2 的面积。无需缝合多个相邻的连续应用的小面积图案。

[0039] 在一实施例中,该模板图案利用光刻工艺转印到该基板。例如在半导体工业中,惯用地,使用诸如光刻的平板印刷来图案化基板材料层而用于装置制作。在这种光刻工艺中,模板图案用作掩模来图案化这些层。这些工艺的详细描述可以在许多手册中找到,例如 Silicon processing for the VLSI Era volumes 1(1990Lattice Press, ISBN 0-961672-4-5 and 2(2000 ISBN 0-9616721-6-1)。例如参考有关光刻的章节以获悉在本发明中使用的术语的信息及定义。在光刻的通常工艺流程中,待图案化层为所谓的光致抗蚀剂,该光致抗蚀剂对于根据掩模图案通过照射而提供的辐射敏感,且光致抗蚀剂在照射之后可以被显影从而代表该模板图案。在许多这种工艺中,使用相位偏移掩模。从对于充分图案再现的影响的光学要求而言,掩模优选靠近待图案化层。本发明有利地可以提供直接位于该层顶部上且与层表面的形状共形的形式为薄片的掩模。因此,由于例如先前图案

化而具有不平坦表面的基板也可以方便地设置有这种掩模,藉此改善在这些表面上的图案再现。

[0040] 待图案化层可以是光致抗蚀剂本身,但也可以是装置层或者硬掩模层。

[0041] 在一实施例中,该薄片包括代表模板图案的立体表面。模板图案在基板表面内的再现可以通过使用立体表面来达成,该立体表面在印刷工艺中用作印模。公知的印刷工艺为压印光刻工艺或者模压工艺。薄片内的模板图案的立体用于根据该立体所代表的图案来提供(掩模)材料,例如以用于诸如在先前实施例中所述的光刻工艺。在本发明的模压工艺中,薄片与基板接触,使得模板图案被模压在液体或可成形层内。该液体随后例如使用曝光或固化工艺而硬化,使得在除去模板图案之后,互补图案保留在作为该基板一部分的被模压的层内。优选地,在这种工艺中,被模压的液体既可用于待图案化层的目的,又可用于本发明的提供吸引力的层的目的。该液体可经特别调适以针对上述功能之一或二者来优化。另外,液体层的流体动力学属性使得在该另一个接触已经建立之后该模板立体图案可以将自身调整到无应力的平衡配置,藉此进一步减小畸变。因此,各种各样的立体形状(大纵横比、小纵横比、或者介于其间)可以精确地印刷在大面积上。薄片的挠性提供了对不平坦表面进行图案化的机会。

[0042] 在一实施例中,在该模板图案转印到该基板之后,该模板图案与该基板分离。通常,掩模即薄片在图案化之后除去,使得在需要时下一层可以使用不同掩模进行图案化。

[0043] 本发明还涉及一种用于执行所述方法的设备,该设备包括:

[0044] - 用于支持该基板的第一支架;

[0045] - 用于支持该挠性薄片的该第一区域的至少第一部分的第二支架;

[0046] - 用于建立该初始接触的接触装置。

[0047] 在一实施例中,在所述方法中,防止该第二区域与该基板表面形成接触包括抑制该第二区域的至少部分与该第一表面形成接触,由此在建立初始接触之后防止该接触前缘前进;以及,释放该第二区域的受抑制部分的一部分,以允许该接触前缘前进。其中该接触前缘以一前进速率前进,且该第二区域以一释放速率释放,该释放速率小于该前进速率。还设想了用于执行该方法的设备,该设备还包括用于控制该前进速率的控制装置。

[0048] 如此处前文所述,前进速率由手头系统的属性决定。该吸引力例如取决于温度。通过使用温度控制装置来改变温度,可以将前进速率设置到期望值。

[0049] 在一实施例中,该控制装置包括用于抑制和释放该第二表面的该第二区域的至少部分的抑制和释放装置。该释放装置和抑制装置优选地允许控制该释放速率。这反过来提供了在另一个接触建立期间对于应力和变形的精确控制,如此处之前结合该方法所述的。优选地,该抑制和释放装置的控制包括以较少接触的方式工作的致动器,从而不诱导应力。合适的致动器为(电)磁单元。备选地,用于提供真空和过压的喷嘴可被使用。这具有这样的优点,即,致动器需在其上工作的薄片或基板不必由允许使用(电)磁保持的材料制成。致动器可以分散在第一区域上,每个致动器作用于薄片或基板的不同区域,使得在建立另一个接触期间,至少所有相关区域可被控制。

[0050] 在一实施例中,该控制装置还包括用于测量该前进速率的测量装置。测量前进速率则使得无需基于系统的属性而预先确定前进速率。简单测试将提供所需的数据。该测量装置可包括机械传感器(压力)、(电)磁传感器(电容和/或电感)、电机传感器(压电)

或光学传感器 (LED 或电荷耦合装置)。

[0051] 在一实施例中,该控制装置还包括调整单元,该调整单元能够根据所测量的前进速率来调整该释放速率。为了自动化的过程执行以及提高应力和变形控制的精度,接触前缘的前进在建立另一个接触期间被测量,且所得到的结果直接被馈送到调整单元,该调整单元根据实际前进速率调适或调整释放速率。优选地,还提供有用户输入选项来设置该过程的边界值。因此,当前进速率由于某些原因(诸如第一和/或第二表面的表面属性不同)而在建立另一个接触期间变更,释放速率相应地变更从而在该过程中保证最优的控制。

[0052] 在一实施例中,该抑制和释放装置包括多个分隔开的装置,每个装置能够抑制和释放该薄片的第二区域的一部分,两个相邻的分隔开的装置之间的最大距离至多为 5mm。如果在建立另一个接触期间每个工作致动器的薄片释放量大于 5mm,该过程难以控制。由于已释放薄片的较大自由部分的振动,正在前进的接触前缘之前的提前接触可能发生。优选地,为了避免在薄片和基板之间的空气夹入,连续装置或致动器之间的距离甚至不长于 2.5mm。对于致动器为气动致动器的情形尤为如此。

[0053] US 2004/0197712 披露了一种具有在支撑材料周围形成的挠性印模的接触印刷系统,其中该支撑材料附着到弹簧,且其中该印模和该支撑材料均由该弹簧紧紧地拉着。基板通过平移平台置于印模下方并由真空卡盘夹持。出于使印模与基板接触的目的,辊沿着该印模滚动。辊上的填料用于控制接触压力。

[0054] 在微接触印刷工艺中包括多个致动器的设备从 WO 2003/099463 已知。然而,根据该已知方法,致动器用于在印模的部分上施加按压力从而使印模的部分朝基板连续地移动的目的。因此,并不是逐渐释放印模从而使印模自己附着到基板。

附图说明

[0055] 现在将参考附图而更详细地解释本发明,附图中相同或相似的部件用相同的参考符号表示,其中:

[0056] 图 1A 至 1F 示意性示出使用本发明设备的本发明方法的不同阶段的未按比例绘制的截面图;

[0057] 图 2A 至 2F 示意性示出使用本发明设备的本发明方法不同阶段的未按比例绘制的截面图,该设备包括用于约束和释放薄片的多个致动器装置;

[0058] 图 3A 至 3C 示意性示出根据本发明形成畸变较小的接触的过程;

[0059] 图 4A 至 4C 示意性示出接触前缘前进的控制原理;

[0060] 图 5 提供多个独立的接触前缘前进的示例;

[0061] 图 6A 至 6D 示出使用本发明的方法和设备获得的结果;

[0062] 图 7A 和 7B 提供本发明的包括传感器的设备的示意性架构。

[0063] 各图未按比例绘制并代表示意性情形。

具体实施方式

[0064] 通过下述实施例阐述本发明的方法和设备。尽管这些实施例可以解读为本发明的各种实施方式,但一个实施例的有益特征在恰当和可能的情况下可以在其它实施例中使用。例如,用于处理或提供基板和/或薄片的许多特征可以在这些实施例的不同设备中使

用。

[0065] 参考图 1A 至 1F 描述本发明的第一实施例的设备和方法。该设备包括第一支架 101, 该第一支架 101 例如利用第一支架内的真空喷嘴 (未示出) 在第一支架 101 和基板 102 之间产生负压, 以在第一支架 101 和基板 102 之间产生真空而支持基板 102。例如这在半导体工业中对于处理和支持半导体晶片而言是惯用技术。备选地可以采用利用机械夹紧或机电附件来支持基板的其他机械装置。

[0066] 该设备还包括第二支架 104, 该第二支架 104 具有包括台阶 105 的形状, 台阶 105 具有高度 105'。第二支架 104 支撑薄片 106, 藉此在本实施例中, 该支架例如按照与第一支架支持基板相同的方式而牢固地支持该薄片的第一区域 108。薄片 106 由于第二支架 104 内的台阶 105 而略微弯曲, 使得在该实施例中, 在该第一区域以外, 该薄片至少部分地由第二支架 104 支撑。跨过从台阶到第二支架下部的距离的该薄片的部分在该实施例中指定为该薄片的自由部分。

[0067] 第二和第一支架为图中未整体示出的设备的一部分。该设备进一步调适为按照恰当的方式执行本文下述的方法。为此, 该设备进一步包括用于在由三个笛卡尔坐标 X、Y、Z 代表的三个维度中相对于第二支架 104 和薄片 106 来定位和再定位第一支架 101 的装置。此外, 还可设置有既利用平移又利用定向而横向地 (沿着第一表面和 / 或第二表面延伸的方向)、垂直地 (沿着与横向方向垂直的方向) 调整相对位置的装置。在该示例中, 该设备包括用于手动位移的装置。然而, 例如结合下述实施例所述的自动位移可以备选地被提供, 并且其在改善控制精度和速度方面以及生产线内的自动化使用方面是优选的。该自动位移因此可包括控制装置, 例如提供机械或电学反馈机制的机械或电学单元, 用于精确地控制第一表面 110 以及第二表面 112 的第一区域 108 的相对 XYZ 位置和取向。这些装置还可包括考虑到在该方法执行过程中薄片和 / 或基板的状态 (薄片和 / 或基板的变形量或应力) 用于测量和控制接触压力的装置。

[0068] 基板 102 具有面向薄片 106 的第二表面 112 的第一表面 110。在该实施例中, 基板 102 和薄片 106 基本相互平行地放置。其它相对取向也是可行的。第二表面 112 从第一表面 110 延伸第一距离, 该第一距离大于由虚线 116 表示的阈值距离 114。该阈值距离由该系统及相关吸引力决定, 如下文所述。

[0069] 在本实施例中, 基板表面通过例如本领域已知的方法 (例如, 在复印机中常用的电晕喷射或者使用碳刷的处理) 设置有电荷。该电荷提供了负责基板 102 和薄片 104 之间的吸引力的电场。在本实施例中可以使用的提供吸引力的其它方式将结合本申请其它实施例予以描述。

[0070] 在下一步骤, 初始接触建立于薄片 106 的第二表面 112 的第一区域 108 与基板 102 的第一表面 110 之间。为此, 在本实施例中, 在使用此处前文所述装置已经调整第二表面相对于第一表面 110 的横向位置和相对取向之后, 第二支架 104 沿 Z 方向移动。

[0071] 直接结果示于图 1B 和图 1D。图 1D 代表第一表面 110 的俯视图, 其中示出了薄片 106 的第一和第二区域的投影。由于初始接触的建立, 薄片 106 被划分为附着部分 118 以及部分 120, 附着部分 118 的第一区域 108 接触第一表面 110, 且部分 120 具有不接触第一表面 110 的第二区域 122。第一区域 108 和第二区域 122 之间的边界线定义了位于 X 位置 126 的接触前缘 124。接触前缘 124 沿着表面 110 伸展。

[0072] 该初始接触产生这样的条件,即,使得现在存在第一距离短于阈值距离 114 的区域。藉此,提供吸引力的台阶与建立初始接触相结合,形成了用于建立另一个接触的条件。这结合图 1F 更详细描述。在接触前缘 124 附近,在 X 位置 126 右边存在这样区域,其中与由虚线 116 所示阈值距离 114 相比,薄片 106 的第二区域 122 的第二表面 112 更接近基板 102 的第一表面 110。因此,在该区域内,该吸引力形成力平衡,该力平衡使得薄片 106 的自由部分 120 的部分能够朝第一表面 110 位移,藉此在紧邻接触前缘 124 附近朝 X 位置 126 右边,在薄片 106 的第二区域 122 的部分与基板 102 的第一表面 110 之间形成另一个接触。这有效地导致接触前缘 124 相对于位置 126 向右偏移。该过程随后按照连续的方式自动重复,且由此导致接触前缘 124 在第二区域 122 的方向中沿着第一表面 110 前进,藉此以渐进方式形成另一个接触。

[0073] 在形成另一个接触一定时间 Δt 之后,其中 Δt 是从建立初始接触开始测量的,接触前缘 124 在 X 方向中朝新 X 位置 126' 已经前进了距离 128,如图 1C 和 1E 所示。第二区域 122 和基板之间的另一个接触按照下述过程逐渐建立,其中以接触前缘 124 前方的第二区域 122 为代价,在前进中的接触前缘 124 的紧后方形成第一区域 108。

[0074] 通过使用本发明的设备执行该方法,以最小的应力和畸变将薄片 106 的第二区域 122 应用到第一表面 110。这是由于这样的条件,即,第一表面 110 和第二区域 126 之间的接触总是恰好在接触前缘 124 附近形成,其位于薄片 106 具有最小变形的地方。变形的程度取决于 Z 方向中的变形与发生 Z 方向中变形的 X 距离之间的比例,即,曲率。类似的比例适用于其它方向。因此,就小尺度例如小于微米的尺度而言,当在毫米量级 X 距离上在 Z 方向发生几十微米的弯曲时,变形较小。因此,在这么小的尺度,在接触前缘几乎不存在弯折,且薄片在基本无应力状态下接触。再者,该另一个接触是在吸引力较小的条件下建立的。所应用的电荷经仔细调节,从而将力调整到就所需力平衡而言合适的强度。该力优选地为分子力量级或者是提供薄片材料形状和结构完整性的力,诸如离子力、偶极力或者范德瓦尔斯力。如果情况如此,则导致局部变形的力,例如由于吸引力沿着薄片表面的投影而产生的剪切力(作用于薄片的平面内)是相同尺度的,且小于提供材料的结构和形状完整性所需的力。这显著减小变形。

[0075] 在一实施例中,第二支架 106 设置成使得区域 108 以及台阶 105 的台阶高度可以独立地变更。藉此,不仅第一区域的尺寸和形状且因此初始接触可以随意选择,而且在由薄片的挠性确定的边界内,第二支架的台阶附近的薄片曲率或者变形也可控。在本申请中,挠性定义为反复弯折而不发生期望尺度的不可逆损伤的能力。

[0076] 在建立该另一个接触时,接触前缘以一前进速率前进,该前进速率取决于手头系统的条件。这些条件包括在接触前缘的力平衡以及该吸引力的幅值和方向、将位移的用于建立接触的薄片和 / 或基板的部分(由其刚性部分地决定的薄片的自由部分)的质量、以及第一和第二表面的材料属性。

[0077] 当薄片保持自由时,例如部分 120,另一个接触沿着与接触前缘延伸方向基本垂直的前进方向建立,建立的速率等于该接触前缘在单位时间内在该前进方向中前进的距离。如此处前文所解释,前进速率例如可归因于表面属性,该表面属性包括薄片 106 和 / 或基板 102 的剥离和粘合属性。当这些属性在表面上均匀时,前进速率不会在表面上变化。然而,这种条件实际上经常不被满足。

[0078] 第二实施例中使用的用于建立另一个接触的方法和设备可以有利地用于消除前进速率在将相互接触的第一和第二表面上变化的效果。

[0079] 第二实施例结合图 2 予以描述。该实施例与第一实施例的不同之处在于,在建立该初始接触之后,通过将薄片的一部分附着到第二支架,抑制第二区域形成另一个接触。

[0080] 图 2A 示出支持基板 202 的第一支架 201,该基板具有第一表面 210。还示出具有称为致动器的装置的第二支架 204,该装置用于约束(支持)和释放由第二支架 204 支持的薄片 206。为此,在该示例中第二支架 204 包括多个分隔开的气动致动器 207。该设备还包括用于控制致动器从而使其约束和/或释放薄片的装置。该装置可包括用于驱动致动器的气体处理设备以及一个或多个微处理器、用户可控的输入和显示装置以及软件,这将在下文进一步详述。

[0081] 未示出该设备使用例如本申请第一实施例所述的装置来定位第一和第二支架的部件。

[0082] 薄片 206 是挠性的且包括附着有印模层 232 的背板 230,该印模层由该背板支撑(图 2B 和 2C)。薄片 206 用作挠性印模 206。挠性印模 206 的部分更详细示于图 2B 和 2C,其说明该印模层 232 包括印模表面 234。印模表面代表薄片 206 的第二表面 212。在本实施例中,印模层 232 包括立体结构,使得其印模表面 234 为代表特征图案 236 的立体表面。图案 236 的特征可以是微米和亚微米范围,甚至是纳米范围。例如,特征的尺寸可以从 15nm 变化到大于 1mm,其中特征的纵横比(垂直尺寸除以横向尺寸)可以大于 8。本实施例中的印模层 232 由诸如聚二甲基硅氧烷(PDMS)橡胶的挠性柔软材料制成。其它材料或弹性材料可以视需要使用。示例性材料在 US 2004/0261981A1、WO 2005/101466A2 或者本申请前言中提到的专利公开中给出。注意,不同的薄片材料或基板材料将具有不同的表面属性,其可以根据需要进行选择从而影响接触前缘的前进所需的力平衡。

[0083] 背板 230 可包括玻璃或诸如塑料、铝或不锈钢的其它合适材料,且较薄,使得背板 230 能够支撑印模层 232 但又是挠性的。例如,背板 230 的厚度可以是 150 μm ,而印模层 232 的厚度可以是 600 μm 。

[0084] 在图 2,基板 202、薄片 206 和第二支架 204 示为被应用于液体模压工艺中。出于执行该过程的目的,基板 202 设置有涂层 238,使得该涂层形成基板的一部分且第一表面 210 由该涂层形成。印模 206 用于通过模压在涂层 238 内进行压印的目的。该模压工艺在涂层 238 内形成立体图案 236 的镜像。

[0085] 本实施例中的浸润涂层 238 或压印层包括未预先公开的欧洲专利申请 No. 06123325.0 所述的溶剂凝胶材料。然而,在该方法和设备中可以有利地使用各种压印层材料。实际上可以使用由压印表面可以形成的任何材料。这些材料可以是可固化材料,即,在模压之后或期间可以通过加热或者利用辐射处理而硬化,或者是通过化学反应而硬化,或者通过成份损失而硬化的材料。优选使用的材料包括诸如在半导体工业中广泛使用的可购得的光致抗蚀剂。示例性材料可以在 US 2004/0261981A1、WO 2005/101466A2、US 2005/0230882A1、US 2004/0264019、advanced materials 1998 10(8)571 中找到。

[0086] 从压印材料角度考虑,如果适当,该设备优选地包括用于提供固化动作的装置。因此,该设备可包括用于提供紫外辐射到压印层 238 的设备。优选地,该薄片或者该基板对于该固化辐射是至少部分透明的。

[0087] 在本实施例中,涂层在设备外部通过使用常规旋涂工序应用到基板。然而,该涂层可以使用其它常规技术来应用,这些其他常规技术包括印刷、喷墨印刷、诸如刮刀的层压技术、或者 LB 膜沉积。该涂层可以被应用从而如本实施例这样被基板包括,但是该涂层也可以设置成薄片的一部分,或者基板和薄片二者的一部分。该涂层可以在安装基板和 / 或薄片于设备内之前或者之后提供。如果涂层是在安装之后被应用,则如果该设备包括诸如喷墨印刷装置或旋涂设备这样的例如用于应用该涂层的装置则是优选的。该设备因此可以不使用外部涂层应用装置且藉此实现改善的自动化处理。

[0088] 该涂层优选地具有 20nm 至 20 μ m 范围的厚度。然而,需要时可以使用其它厚度的层。本领域技术人员知晓如何使用用于应用涂层的不同方法来应用不同厚度的涂层。

[0089] 在本实施例的过程中,从基板表面 210 的一个端部开始且进行到对立端部,将印模 206 逐渐应用到基板 202,从而避免涂层 238 中的空气夹入及相关的图案畸变。在印模 206 倚靠基板表面 210 安置时,通过允许涂层 238 固化或凝固,使所得到的图案固定。在固化过程已经进行之后,印模 206 从基板 202 剥离,在基板 202 上留下立体层。

[0090] 在本实施例中,固化由于从压印层除去溶剂而进行,由此允许该层内的凝固过程进行到该层几乎硬化成固体的程度。更多细节在下文提供。

[0091] 使用致动器 207 来完成将印模 206 逐渐铺到基板表面 210 上的过程。在优选实施例中,每个致动器 207 包括槽,该槽在第二支架 204 内延伸且其中在槽内作用的气压可在真空和过压之间变化。对于槽的宽度,注意,一方面槽需要足够宽,从而不约束气体在其中的流动,另一方面,槽不能太宽,从而避免槽在真空条件时在大气压力影响下印模 206 被拖入槽的情形。槽的宽度的合适值为 1mm。

[0092] 最初如图 2A 所示,所有槽处于真空条件,用于以与基板 202 的第一表面相隔特定距离保持印模 206 抵住第二支架 204。这用槽中的字母 V 表示。通过在印模 206 的一侧将一个或多个槽 207p 置于过压条件(用字母 P 表示)来建立初始接触开始将印模 206 应用到基板 204 的过程。结果,先由第二支架通过被致动的槽保持的印模 206 的部分从第二保持释放,并朝基板 202 位移,直到第一表面 210 与印模 206 的第二表面 212 的第一区域 208 之间建立接触。该结果示于图 2D。

[0093] 与第一实施例所述相似,初始接触形成接触前缘 224,该接触前缘沿着第一表面 210 延伸且在第一区域 208 和第二区域 222 之间形成边界线。然而注意,与第一实施例不同,该区域内的该第二区域通过仍具有真空条件的槽 207v 而被限制或抑制形成另一个接触。此外,与第一实施例类似,存在靠近接触前缘 224 的区域,其中印模 206 的第二表面 212 与基板 202 的第一表面 210 之间的第一距离小于阈值距离 214,使得用于建立另一个接触的条件满足。在本实施例中,吸引力由作用于印模表面 234 和涂层 238 的第一表面 210 之间的表面附着力提供。

[0094] 随后,为了建立另一个接触,毗邻槽 207p 的槽 207v 顺序施压以释放薄片 206 的受抑制部分的一部分。该顺序释放在图 2E 所示的五个阶段详述。通过将刚刚从真空条件切换到过压条件的槽 207p 的下一个槽 207v 也从真空条件切换到过压条件,由此实现所示的每下一个阶段。该顺序释放的结果为,接触前缘在第二区域 222 的方向中沿着第一表面 210 位移。在这种情况下是在正 X 方向。最终情形为图 2F 所示,其中接触前缘已经沿 X 方向朝其新 X 位置 226' 移动了距离 228。

[0095] 在图 2 中,槽 207v 的真空条件用字母 V 表示,槽 207p 的过压条件用字母 P 表示。在过压条件,例如 5-100mbar 范围的压力可以施加在印模 206 上。

[0096] 过压不用于将印模 206 压抵基板 202 的表面 210。相反,由吸引力来建立该另一个接触。该压力用于提供从第二支架方便地释放,而不产生影响印模 206 的释放部分或自由部分的移动的压力波动。这在下文结合图 3A 至 3B 进一步阐述。

[0097] 图 3A 示出在建立薄片 306 到基板 302 的另一个接触的过程期间某一时间点 t 的图 2F 的详细部分。从图 3A 到图 3B,通过将一个致动器喷嘴或者槽从真空设置到过压,从第二支架释放薄片 306 的一部分。紧接着这个动作,薄片 306 的自由部分(跨过从基板 302 到第二支架 304 的距离的部分)在一定程度上驰豫。当过压不存在或降低时,自由部分的形状将依据图 3B 的虚线。例如,重力将导致这种悬垂。由于连续真空喷嘴的节距 340 与基板 302 和第二支架 304 之间距离的比例通常为 10 以上,存在由于振动,或者喷嘴气体压力切换诱导的腔体 342 内压力变动引起该自由部分提前附着的风险。这通过使用增大的过压来消除,使得紧接着释放之后薄片 306 的自由部分的形状依据图 3B 的实线。注意,由于薄片的驰豫条件,这种再次成形并不完成该另一个接触的建立。相反,有利的是,在接触前缘附近,薄片的弯折或变形减小。在薄片立即驰豫之后的一定时间,吸引力如此处前文所述地建立该另一个接触,形成图 3C 所示的情形。接触前缘从 X 位置 326 偏移 to 326'。

[0098] 备选地,图 3A 的情形可以倒置,使得所述悬垂将导致在驰豫状态下该薄片的期望形状,而无需应用略微的过压。然而,如将在下文更详细描述,可以证明在该备选取向中应用过压以防止该薄片的自由部分的振动也是有利的。

[0099] 由于参考图 3A 至 3C 所解释的过程,基本上没有应变力作用于印模的释放部分来将这些部分固定在基板上的特定点,该印模可以遵从其固有过程。因此实现印模以无应力方式应用到基板。例如在图 2A 或 3A 中,跨接第二支架 204 或 304 和基板 202 或 203 之间距离的印模 206 或 306 的一部分会发生应变,但是当接触前缘前进时,与相应基板形成接触的印模 206 或 306 的任何自由部分驰豫且允许其本身相对于已经与基板接触的印模的该部分自由安置,且应力从该部分释放。由于浸润涂层存在而引起的作用在印模上的毛细力有助于印模和基板之间逐渐建立接触的过程的顺利进行。

[0100] 一旦浸润涂层 238 通过固化已经硬化,致动器 207 也用于以基板 202 受控方式剥离印模 206,且不存在当印模 206 除去时压印在涂层 238 内的特征变形的风险。在致动器 207 的上述实施例中,其中致动器为形状类似槽的气动致动器,通过连续地将槽从过压条件切换到真空条件,印模 206 被剥离。在该过程中,印模 206 逐渐朝第二支架 204 移动。实践中,可以以至少 0.25cm/s 的速度进行剥离基板 202 的印模 206 的过程。

[0101] 在该方法的其它备选实施例中,或者使用该设备或者在该设备外部使用不同的工具,可以使用其它剥离方式。

[0102] 优选地,槽的节距小于 5mm,或者甚至小于 2.5mm。关于本发明已经进行的测试表明,如果选择更大的节距,空气夹入形成于印模 206 和基板 202 之间。已经发现,如此形成空气夹入可以解释如下。当槽从真空条件切换到过压条件时,与槽相关联的印模 206 的一部分的释放是在这样的压力下进行的,该压力低于已经和基板 202 接触的印模 206 的部分下方的压力。结果,出现压力波动,在其影响下,跨接第二支架 204 和基板 202 之间距离的印模 206 的自由部分开始振动。印模 206 和基板 202 之间距离的实际值非常小,例如约 100 μm ,

而印模 206 的跨接自由部分具有毫米量级的宽度。

[0103] 因此,非常低的纵横比是适用的,且由于振动,印模 206 倾向于在稳定前进的接触前缘之前接触基板 202。一旦这种不期望的接触出现,吸引力将印模 206 进一步拖入浸润涂层内且发生空气夹入。

[0104] 每次印模 206 从下一个槽释放时,接触前缘 224 进一步移动。在吸引力影响下由接触前缘 224 覆盖的距离约为 1 至 2mm。当避免了在接触前缘 224 之前获得接触的情形时,也避免了空气夹入的形成,因为行进的接触前缘 224 推动其前方的空气。因此,当槽节距选择为 1 至 2mm 量级时,空气滞留不会发生。

[0105] 印模 206 到基板 202 的接触以不连续的逐步方式建立,因为每次槽从真空条件切换到过压条件时,接触前缘 224 前进。建立印模 206 和基板 202 之间另一个接触过程中的一个步骤的距离等于槽节距。一方面,通过选择槽节距从而对应于该接触在毛细力影响下自然前进时所覆盖的距离,可以避免空气夹入。另一方面,通过使印模 206 释放速度与毛细接触线前进速度匹配,可以避免空气夹入。按照这种方式,实现了该接触线从不停止并且该印模 206 顺利地置于基板 202 上。印模释放速度由槽节距以及连续槽 307 从真空条件切换到过压条件的时间间隔决定。为了避免空气夹入,优选地采用至少等于槽节距与毛细接触线前进速度的比值的时间间隔。印模 206 释放速度的实际值在较薄浸润涂层时可以约为 1cm/s,在较厚浸润涂层时可以约为 0.25cm/s。

[0106] 在第二实施例的条件下进行液体模压工艺时,即,通过使用具有槽的第二支架 204,槽可以在真空条件和过压条件之间切换且以 1 至 2mm 的相互间距而延伸;通过使用具有印模 PDMS 橡胶印模层 232 和玻璃背板 230 的印模 206,其厚度约为 100 μm ,其中印模 206 的印模表面 234 特征的尺寸范围为 15nm 到大于 1mm;通过将印模 206 置于距离基板 202 约 100 μm 的位置;通过使用和压印包括未预先公开的欧洲专利申请 No. 06123325.0 所述的溶剂凝胶的浸润涂层 238;以及通过以 0.25-1cm/s 的速度释放印模 206,同时应用 5-100mbar 的压力到真空喷嘴;则可以使用晶片(诸如 6 英寸晶片)作为基板 202 以及大得足以覆盖晶片的印模 206,使得可以实现该工艺具有足够高而例如可以在半导体工业中商业应用的生产量。使用所述工艺获得的结果在图 6A 至 6D 中给出,这些图示出如下 SEM 照片:16nm 宽的抬高二氧化硅线的格栅,节距为 150nm(图 6A);30nm 宽 80nm 高的二氧化硅线的格栅,节距为 200nm(图 6B);二氧化硅层内 60nm 宽 100nm 深凹陷的阵列,阵列节距为 200nm(图 6C);以及分别具有高度:宽度 = 930nm : 178nm 的二氧化硅峰的阵列。用于释放受抑制薄片的后续部分的时间可用于定义该薄片的释放速率。如此处前文所述,对释放速率的控制防止空气夹入方面是有利的。然而,其它优点从图 4A 至 4C 显见且在下文予以描述。

[0107] 接触前缘的前进速率定义为单位时间的前进距离,且如此处前文所述由手头系统的属性决定。释放速率定义为单位时间释放的受抑制薄片的特定长度,其中该长度在基本垂直于接触前缘的方向中测量。例如,在第二实施例中,释放速率是由图 3A 中连续喷嘴的操作之间的时间 Δt 定义的节距 340。

[0108] 应当清楚,由任何系统的属性决定的前进是连续的过程。尽管理论上这对于薄片的释放也成立,在第二实施例中,由具有顺序操作的多个致动器的第二支架的设计所提供的该释放是不连续的。然而应当清楚,设备的适当设计可以实现薄片的连续释放。例如,连续位移的(电)磁体可以用于释放薄片。

[0109] 因此,在第二实施例中,通过选择释放速率小于前进速率,由释放速率控制该另一个接触建立的速率。当前进速率沿着接触前缘不同时,对前进速率的这种控制是有利的。图 4A 代表在时间 t 的另一个接触建立的顶视图,其中示出了基板的表面 410 具有从第一区域 408 中划分第二区域 422 的接触前缘。接触前缘一个端部上的第一前进速率 444 低于另一端部上的第二前进速率 444' (速率用箭头长度来代表)。当前进速率不受释放速率控制时,即释放速率大于最大前进速率时(此处不考虑可能的空气夹入),经过前进时间段 Δt 之后,该情形演变为图 4B 所示情形。接触前缘在时间 t 从开始 X 位置 426 前进了不同的距离 446' 和 446'',使得在时间 t 接触前缘 424 相对于开始情形是倾斜的。这会导致薄片中的应力和变形。

[0110] 通过将释放速率调整到小于或等于最低前进速率的值,这些影响可以消除。例如,使得在所有 Y 位置的释放速率等于最低前进速率 444,防止比 444 的速率更快的前进。结果为,在相同的前进时间段 Δt 内,接触前缘 424 仅前进到位置 426',但是不倾斜。此外,在建立另一个接触的整个过程中,接触前缘从不倾斜。备选地,通过将释放速率指定为最快和最慢前进速率之间即值 444 和 444' 之间的值来控制该前进速率。这种情况下,在前进时间段 Δt 之后接触前缘弯曲的情形中,接触前缘的倾斜部分无法赶上该释放。

[0111] 在这方面不连续释放过程可以提供额外优点。在不连续过程中,有机会在释放薄片一部分之后允许前进的接触前缘赶上。接触前缘的倾斜藉此可以降低到从应力或变形角度而言可以容忍的有限量。结果是,在另一个接触建立期间出现倾斜和弯曲的接触前缘,但是在足够长的赶上时间段之后,接触前缘再次变直。如果释放部分足够小,则出现其中从应力角度而言接触前缘产生可容忍变形量的情形。详言之,在释放具有长度 450 的薄片的一部分后,其中该长度为接触前缘的最快部分在时间 Δt 内前进的距离的一半,在随后的前进时间段 $1/2 \Delta t$ 中,接触前缘将如图 4C 所示前进。注意,倾斜为图 4B 所示的一半。在随后的作为赶上时间段的时间段 $1/2 \Delta t$ 中,接触前缘的较慢部分赶上而在位置 426' 形成直接接触前缘。随后通过释放薄片的另一部分来重复该循环,最终导致接触前缘在时间长度 $2 \Delta t$ 内前进到位置 426''。因此,与非限制前进相比,在相同时间长度内,该接触前缘前进相同距离但倾斜更小。

[0112] 在用于控制释放的备选过程中,在另一个接触期间,该横向释放区域的形状可被控制。因此,释放部分可以选择为具有与接触前缘 224 平行的边界。如果致动器分布在该支架区域上,该致动方案因此可以变更。

[0113] 应当意识到,当在前进期间出现导致弯折或弯曲接触前缘的沿接触前缘的前进速率的其它分布时,类似抑制策略与释放速度控制组合可有利地用于降低这些效果。

[0114] 可以证明从所使用的系统计算前进速率是不实际的。在本发明的任一实施方式的实际实施例中,测试运行用于确定前进速率(分布)。结果可以用于设定或控制释放速率。在获得例如图 6 的结果中,进行了测试运行并测量了前进速率。在后续运行中,在用于获得结果的运行中控制前进速率。

[0115] 在优选实施例中,本发明的设备和方法使得在真实生产运行中,在建立另一个接触期间可以真实地测量或者确定前进速率。利用反馈机制随后将所得到的值用于控制前进速率,藉此利用此处之前所述的过程来提供对接触前缘形状的精确控制。藉此获得对于应力和变形的精确实时控制。这有利地允许自动化处理。

[0116] 因此,除了支持基板 702 的第一支架 701 和支持薄片 706 的第二支架 704 之外,如图 7 例示的这种实施例的设备包括用于在建立另一个接触期间在沿着接触前缘的一个或多个位置在一个或多个时间点确定前进速率的装置。这种装置例如可包括用于按时间确定接触前缘不同部分位置的传感器 760。传感器可包括诸如压力传感器的机械传感器,或者诸如电容、电阻或线圈的影响电感或电抗变化的(电)磁传感器,或者诸如压电传感器的电机传感器,或者光学传感器。优选地,使用多个传感器 760,这些传感器分布成覆盖第一区域 710、第二区域或者二者的不同部分。这些传感器一起至少检测相关区域,以用于控制另一个接触的建立过程。传感器可以在表面上由用户调整或重定位。传感器可以是第一和第二支架的部分。因此,当接触前缘 724 在 X 方向中前进时,传感器 760' 指示接触前缘的经过,而传感器 760'' 不指示接触前缘的经过。由此可以确定接触前缘 724 的第一形状和位置。通过在一定时间之后重复该测量,不同传感器指示接触前缘 724 的第二位置和形状。将接触前缘的平移位置关联到测量之间所经过的时间,使得接触前缘的前进速率已知。

[0117] 该设备优选地还包括用于将所检测信号处理为致动器信号以驱动致动器 707 的装置。优选地,也考虑经由输入端子、用户界面或类似物的用户定义的输入。整个过程和设备由存储于数据承载装置内的软件控制。该软件能够提供对本发明的方法的控制,该方法通过讨论的设备执行。例如,该软件使得用户可提供有关例如接触前缘最大容许畸变量或者用于允许最大前进速率的输入。备选地,该系统可以根据实际测量结果而不经用户干涉地调整其释放。

[0118] 该系统于是优选地设定为使得,代表前进速率的传感器信号转换成具有合适计时和位置的致动器信号,用以根据前进速率和用户输入定义释放及释放速率。

[0119] 在一实施例中,接触前缘可具有期望的形状。因此,在图 3 中,接触前缘例如是线性的且沿 X 方向从左向右移动。在另一实施例中,初始接触已经建立,使得存在沿不同方向前进的两个接触前缘。藉此,在建立另一个接触时可以实现时间的节约,这在前进速率低时尤为有利。这种实施例的示例示于图 5。两个接触前缘 524 和 524' 沿相反 X 方向前进。另一个接触建立,使得第一区域 508 在两侧增长而以第二区域 522 和 522' 为代价。取决于在每个接触前缘的条件,前进速率可以相同或不同。本领域技术人员应当意识到,如此处之前所述的前进速率控制机制可被提供以用于每个前进的接触前缘。在另一实施例中,接触前缘为闭合前缘。该接触前缘例如可以是圆形接触前缘。

[0120] 本发明的方法相对于基板和薄片的空间取向是通用的。因此,可以如图 1 和 2 所示选择取向,使得挠性薄片克服重力而位移。已经证明,可以构造该设备,使得按照薄片铺在基板上的方式来执行该方法。在这种实施例中,需要抑制薄片以防止薄片落在基板表面的顶部上。本发明提供了非常方便的方式来抑制或支持薄片以及用于建立另一个接触。吸引力提供用于建立接触的力。不需要在薄片产生应力的诸如按压构件的外部装置,所述外部装置会在薄片铺在基板上时沿着薄片滑动,由此导致不期望的剪切力。移动部分降低至最少,为该薄片的自由部分。

[0121] 本发明已经在液体模压工艺的情形中予以描述,不过这并不改变本发明可以应用于其它工艺的情形这一事实。例如,印模 206 从第二支架 204 逐渐释放并应用到基板 202 的方式在微接触印刷的情形中也可以产生有利效果,因为在这种情况下,通过避免在印模 206 内引入应力来避免待转印图案畸变也是重要的。对于微接触印刷的情形,尽管没有浸润涂

层 238, 不过仍可以允许印模 206 在被应用到基板 202 时遵从其固有过程, 因为印模 206 和基板 202 之间流体的存在并不是必要的。

[0122] 注意, 在微接触印刷工艺中, 形成空气夹入的风险低得多, 因为由于不存在流体, 空气会在待转印图案的特征之间逃逸。

[0123] 可以应用本发明的另一示例领域为相位偏移掩模技术领域。薄片于是可以直接用作表面立体适应掩模。备选地, 使用本发明的方法来图案化该基板的层, 由此提供图案化层到该基板, 该图案化层在光刻工艺期间可以用作掩模。

[0124] 一般而言, 也可以将材料应用到印模, 且当印模及位于印模上的材料接触基板时, 该材料从印模转印到基板。

[0125] 在一实施例中, 该方法用于将薄片层叠到基板。例如, 该薄片可以是诸如硅晶片的减薄后的半导体基板, 其被层叠到另一半导体基板。该过程的目的例如是晶片键合。对于正确叠置和 / 或对准位于基板上的特征以及位于薄片上的特征使得充分地建立相互电接触而言, 无应力层叠是十分重要的。

[0126] 概言之, 本发明提供了一种以无应力和更小畸变的方式将薄片层叠到基板的方法和设备。该方法包括提供薄片和基板, 使得在该薄片和基板之间存在吸引力, 至少当基板和薄片的距离短于临界距离时, 该吸引力能够使该薄片和表面结合在一起。该方法通过在薄片和基板之间局部地形成初始接触而产生这些条件, 使得在基板和薄片接触的区域以及基板和薄片不接触的区域之间的边界, 即接触前缘, 存在这些条件。在另一步骤中, 薄片和基板允许逐渐形成接触, 使得接触前缘或者沿着基板或者沿着薄片表面前进, 籍此增大基板和薄片之间的接触区域。当在压印光刻或者模压工艺或者特征图案需要从基板转印到表面或者从表面转印到基板的其它过程中, 该方法是有利的。

[0127] 本领域技术人员将清楚, 本发明的范围不限于前述示例, 对前述示例的诸多修改和调整是可行的且不背离由所附权利要求定义的本发明的范围。尽管本发明已经在附图和说明书中详细说明和描述, 这些说明和描述被认为仅是说明性或示例性而非限制性的。本发明不限于所披露的实施例。因此, 致动器可以如第一实施例设置到第二支架, 这使得可以按照第一实施例所述方式建立第一接触, 但是允许利用第二实施例所述的抑制优点。

[0128] 通过研究附图、说明书以及所附权利要求, 本领域技术人员在实践所主张的发明时可以理解和实现所披露的实施例的其它变形。在权利要求中, 词语“包括”不排除其它步骤或原件, 且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。在互不相同的从属权利要求中列举了某些措施这一纯粹事实并不表示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何参考符号不应理解为限制本发明的范围。

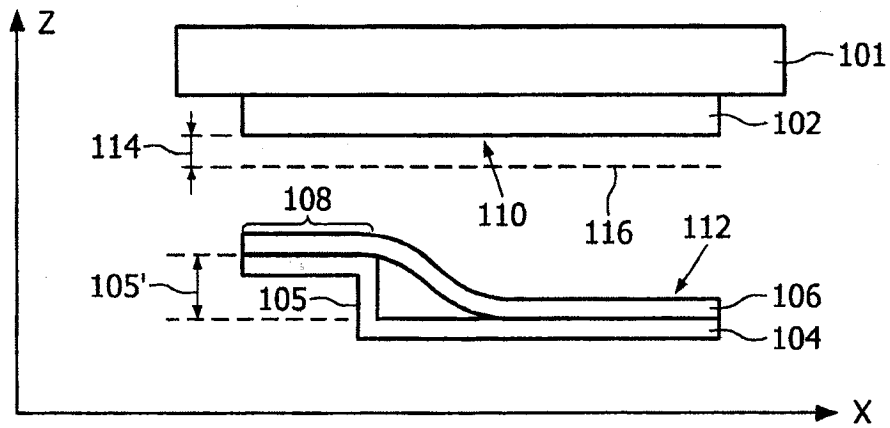


图 1A

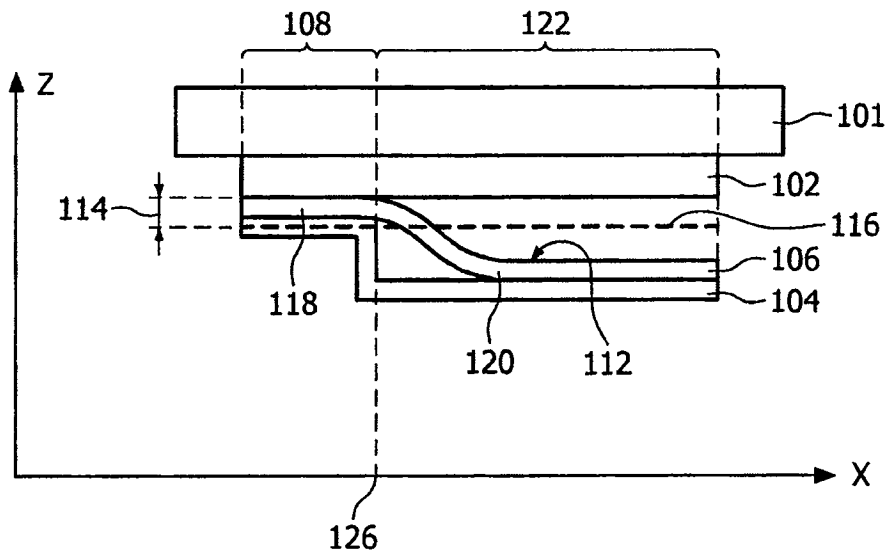


图 1B

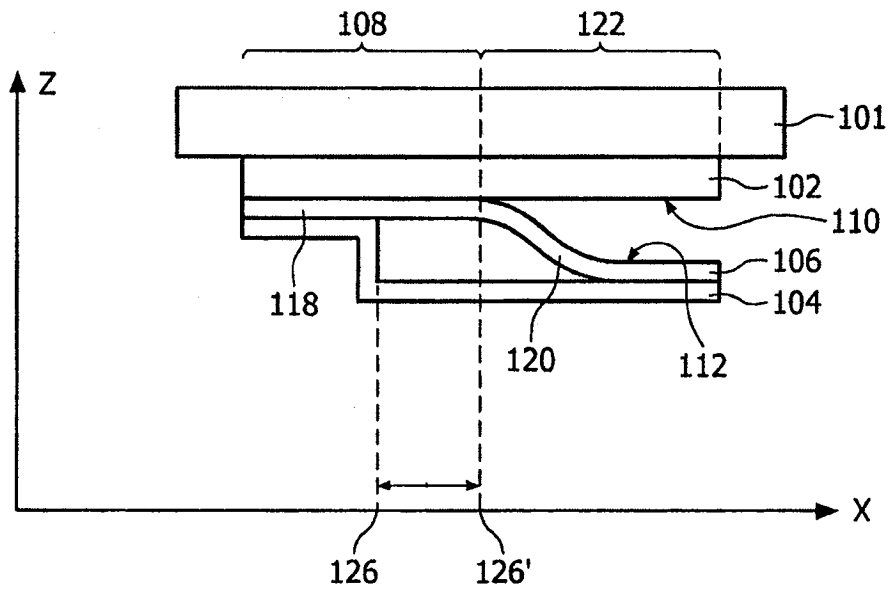


图 1C

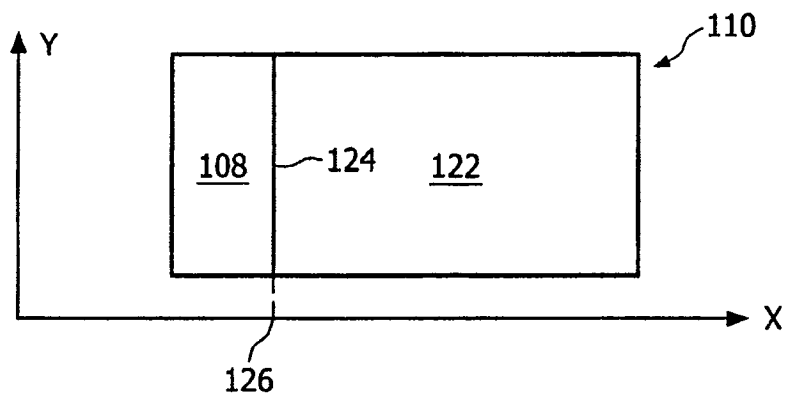


图 1D

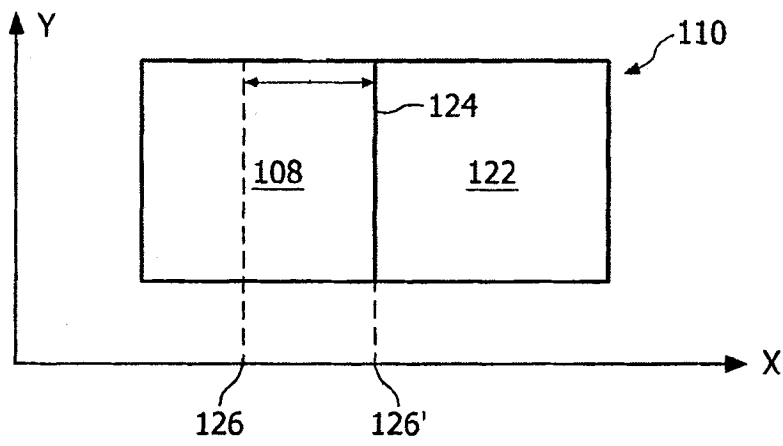


图 1E

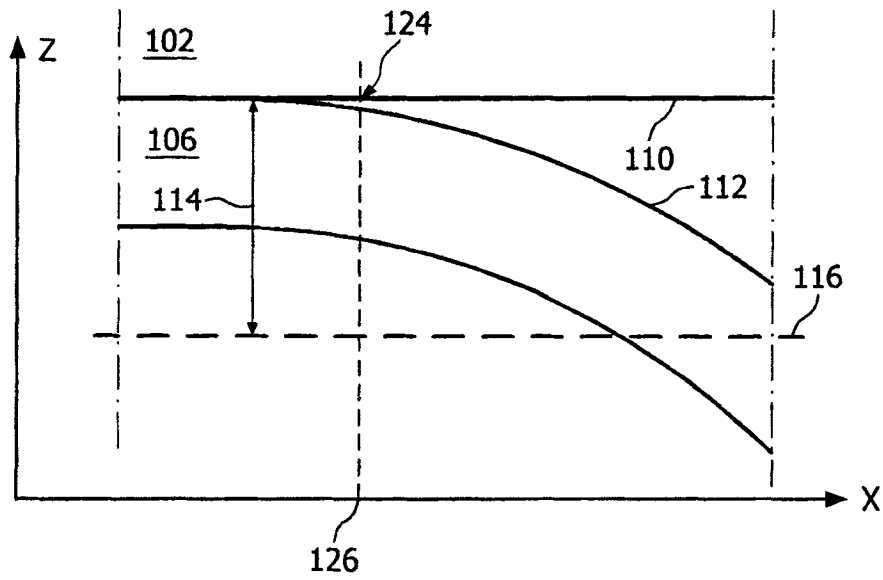


图 1F

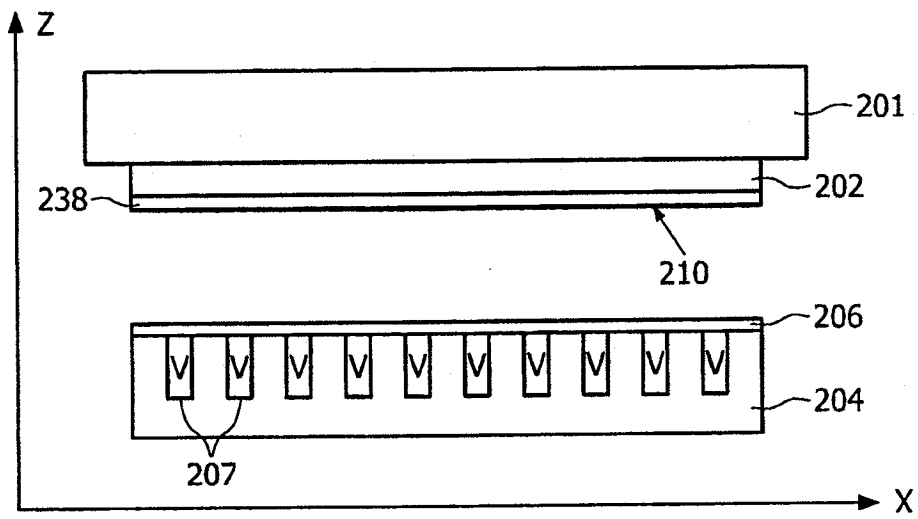


图 2A

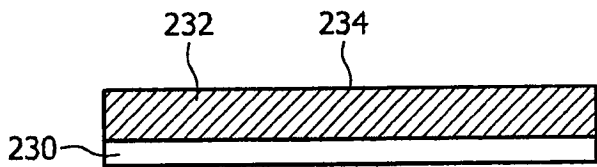


图 2B

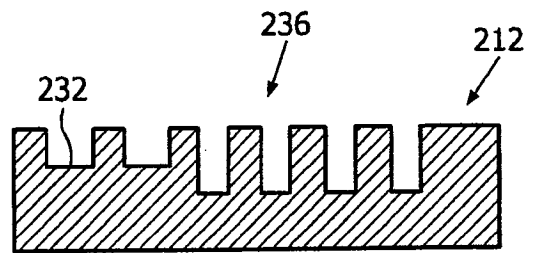


图 2C

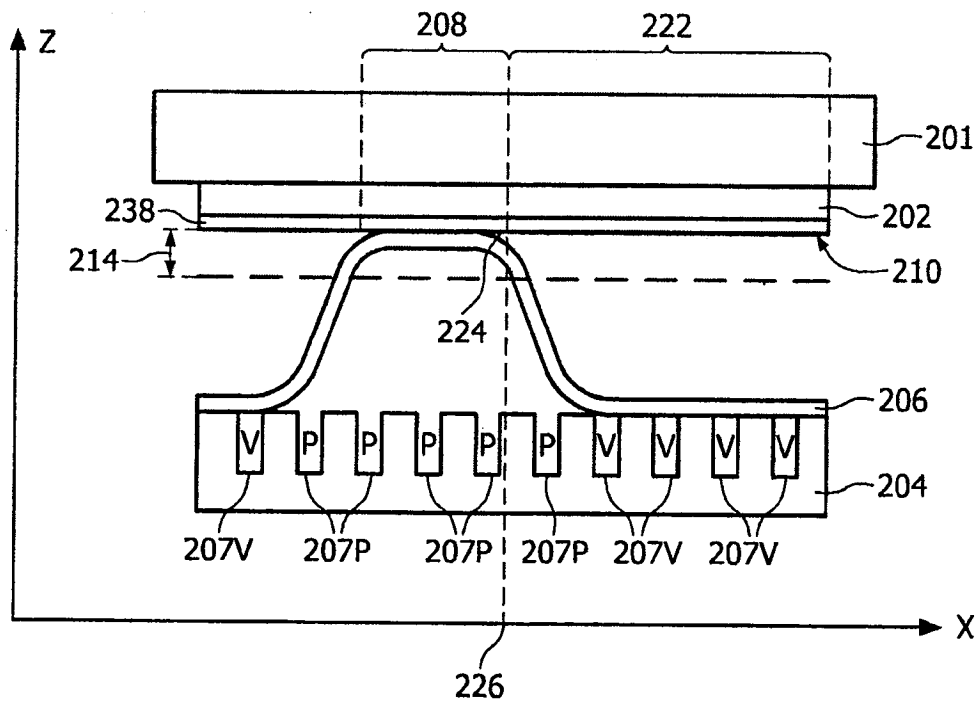


图 2D

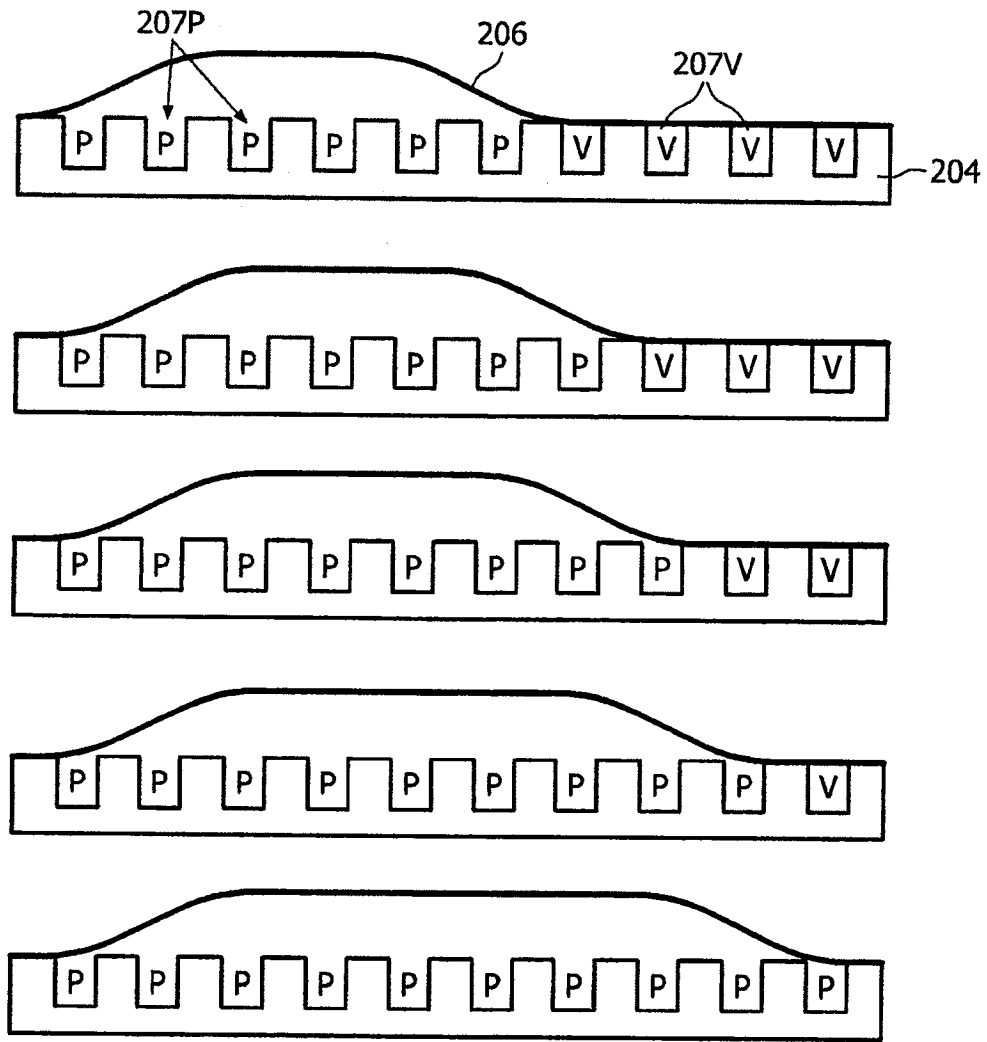


图 2E

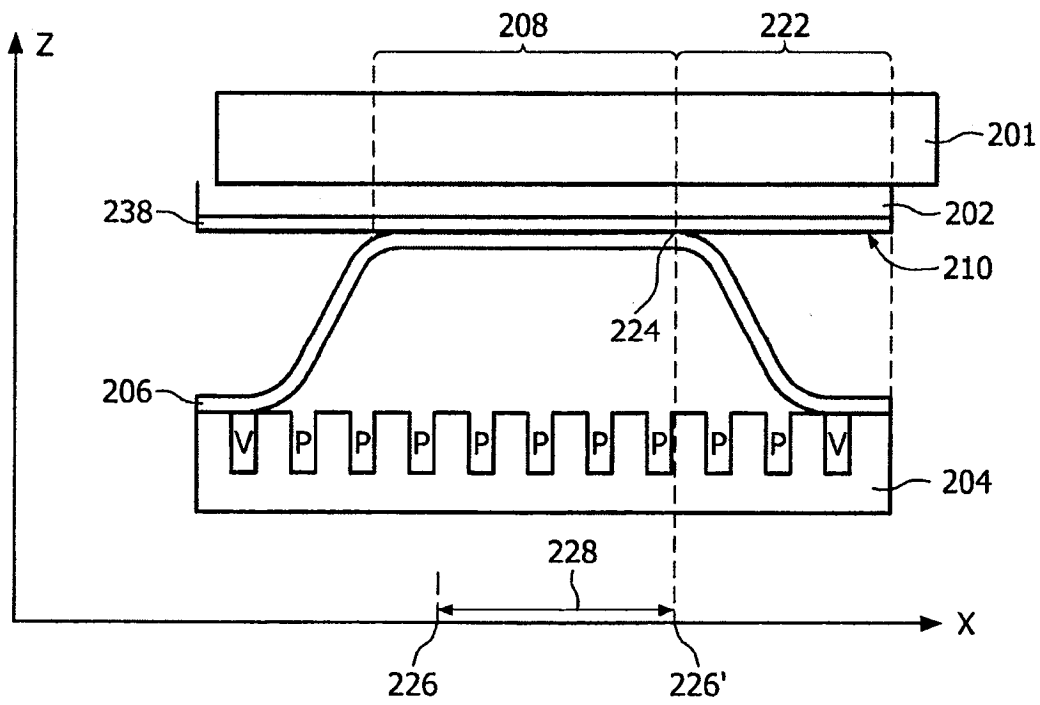


图 2F

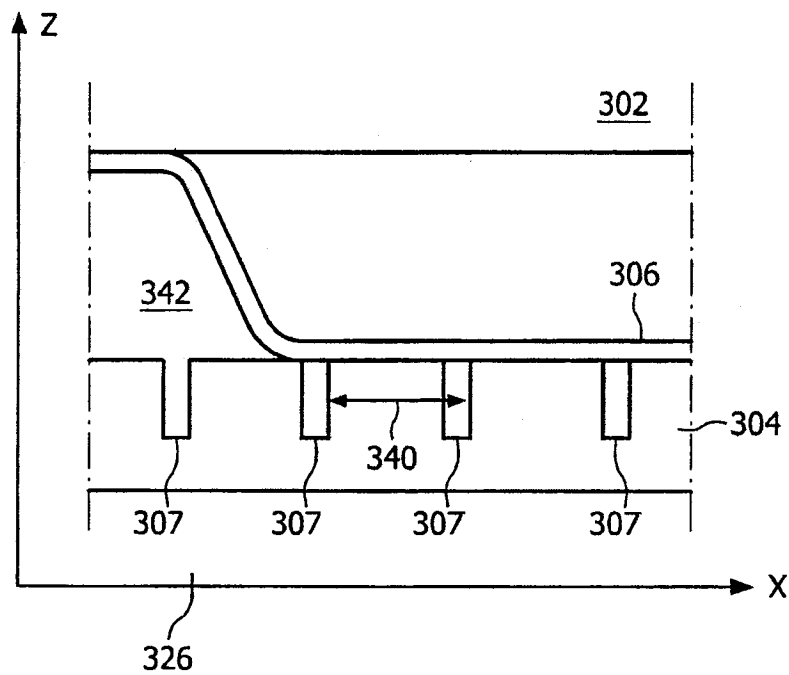


图 3A

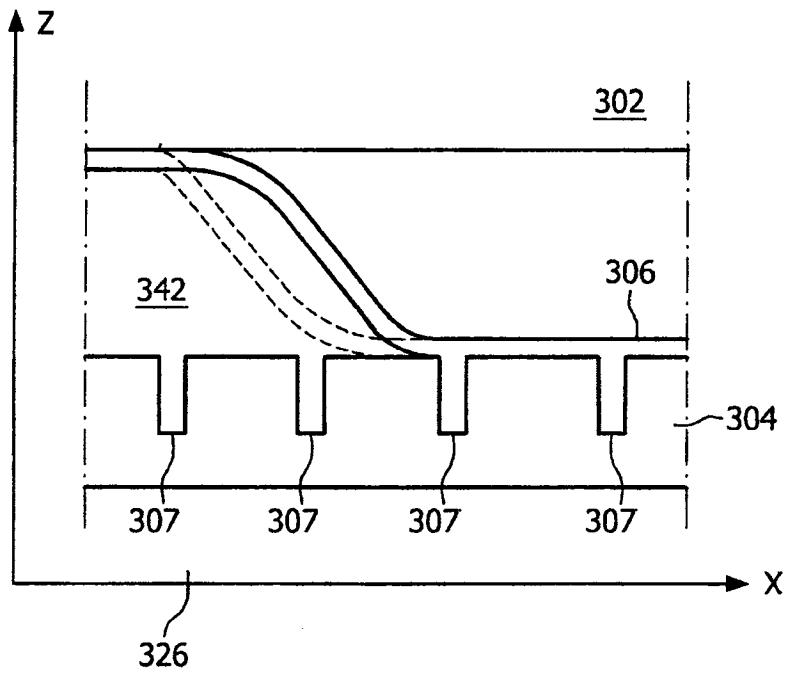


图 3B

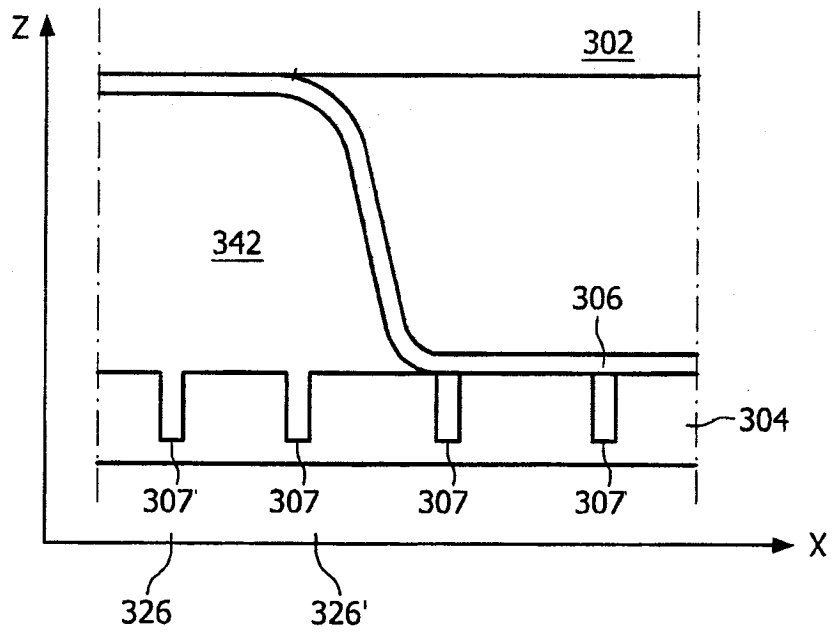


图 3C

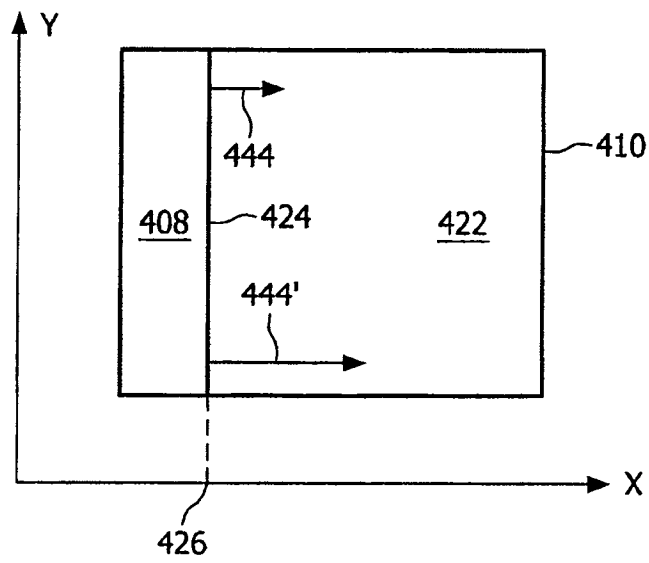


图 4A

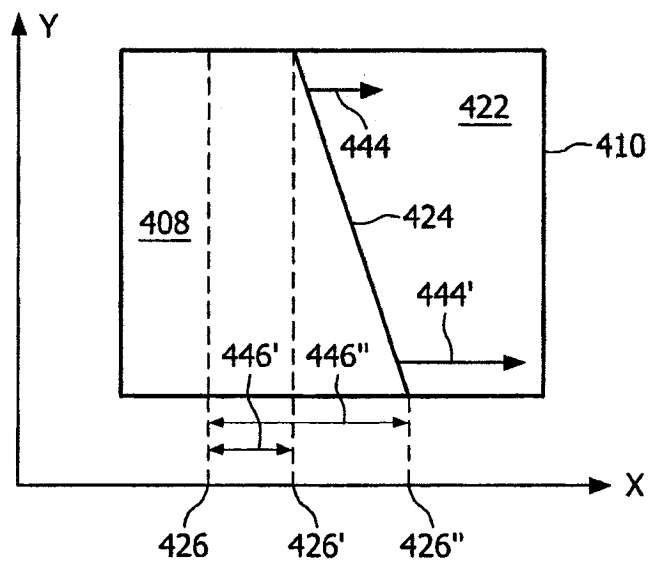


图 4B

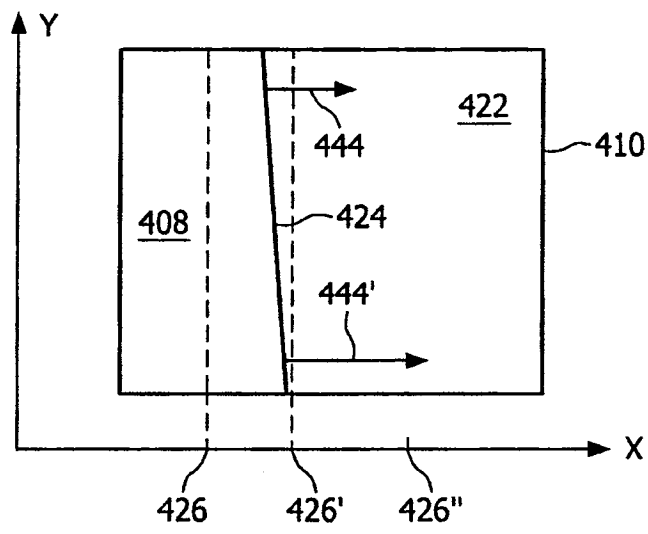


图 4C

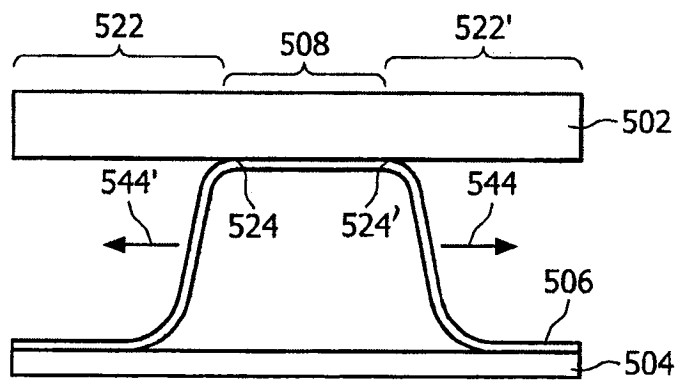


图 5

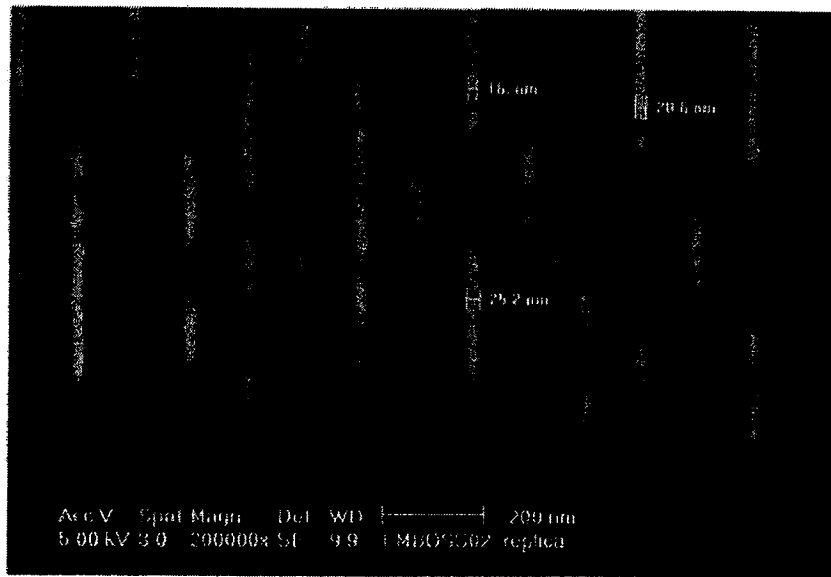


图 6A

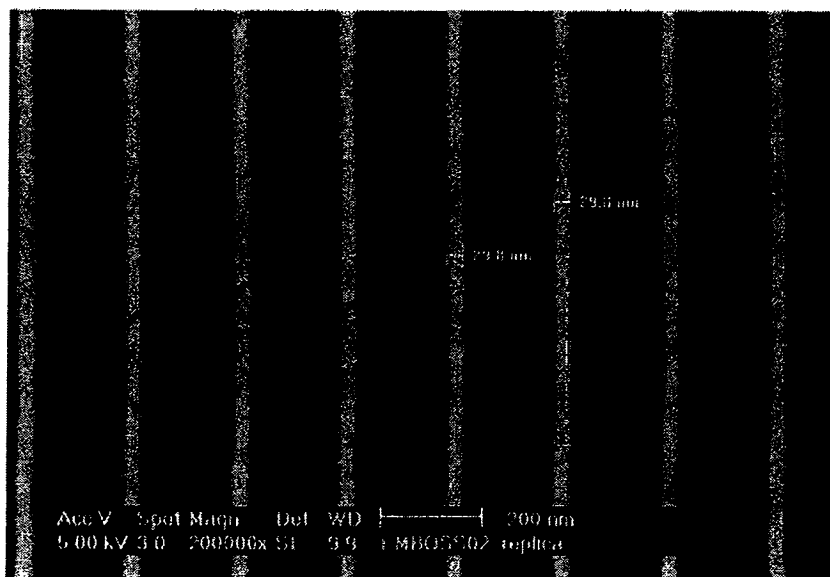


图 6B

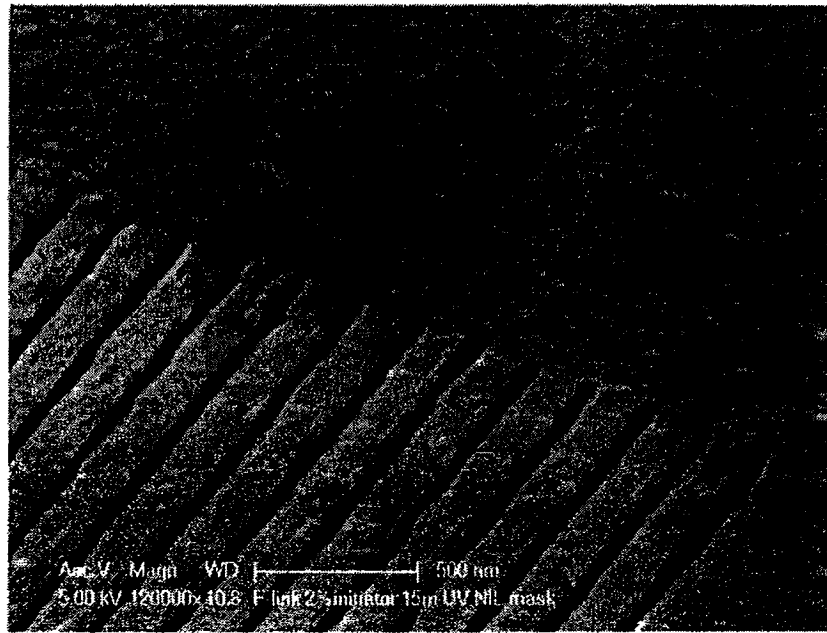


图 6C

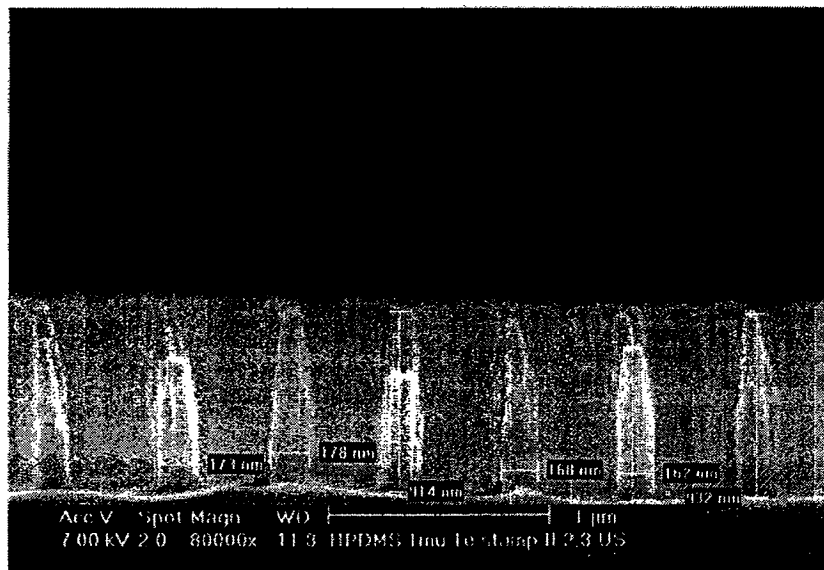


图 6D

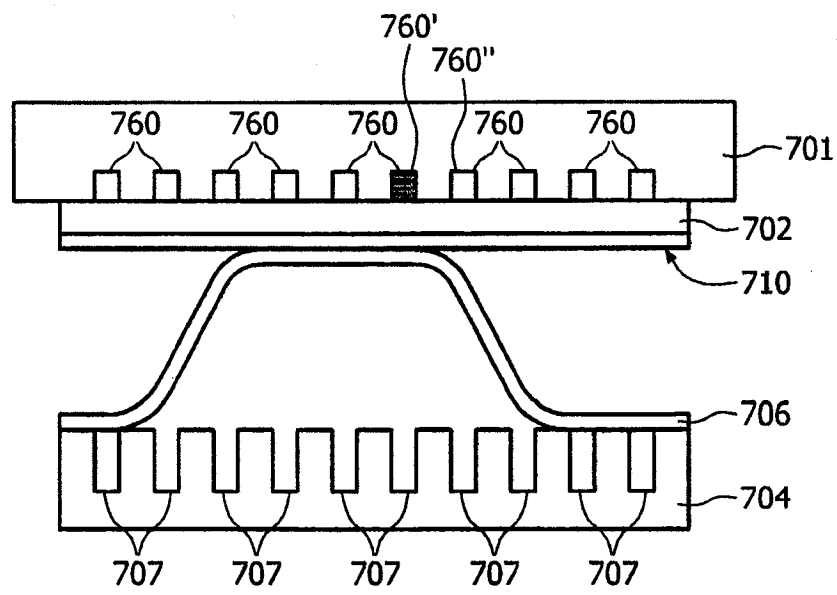


图 7A

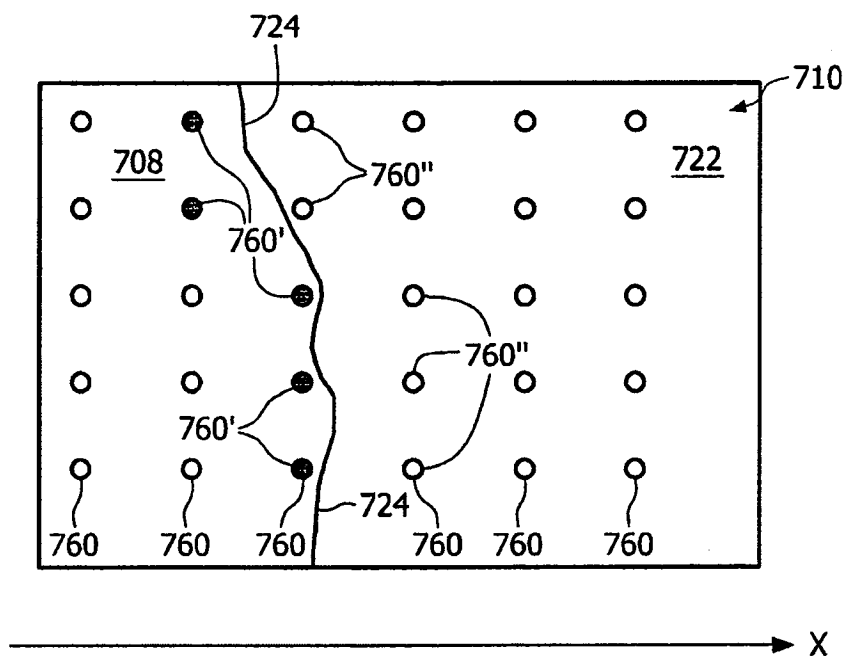


图 7B