



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103415811 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201280011710. 3

(22) 申请日 2012. 01. 18

(30) 优先权数据

61/451, 803 2011. 03. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 09. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2012/050727 2012. 01. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/123144 EN 2012. 09. 20

(73) 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 V·班尼恩 E·鲁普斯特拉

T·凯蒂 J·阿克曼斯

L·斯卡克卡巴拉兹 C·L·瓦伦汀

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 张启程

(51) Int. Cl.

G03F 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005128462 A1, 2005. 06. 16,

US 2007103657 A1, 2007. 05. 10,

JP 2005191515 A, 2005. 07. 14,

US 2002093635 A1, 2002. 07. 18,

US 2007247780 A1, 2007. 10. 25,

审查员 孙宏

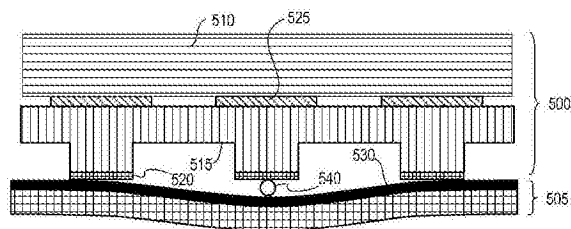
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

静电夹具设备和光刻设备

(57) 摘要

本发明提供一种静电夹具设备(500),构造用以支撑光刻设备的图案形成装置(505),所述静电夹具设备包括支撑结构,所述图案形成装置被抵靠所述支撑结构支撑;用于在支撑结构和图案形成装置之间提供夹持力的夹持电极(525);和电容传感器阵列(660),能够操作用以测量所述图案形成装置的形状。



1. 一种静电夹具设备,其构造用以支撑光刻设备的图案形成装置,所述静电夹具设备包括:

支撑结构,所述图案形成装置被抵靠所述支撑结构支撑;

夹持电极,用于在支撑结构和图案形成装置之间提供夹持力;和

电容传感器阵列,其能够操作用以测量所述图案形成装置的形状,

其中所述图案形成装置具有第一侧和第二侧,所述第一侧能够操作以被抵靠所述支撑结构夹持;所述电容传感器阵列邻近所述第二侧设置并且能够操作以测量所述第二侧上的变形。

2. 如权利要求1所述的静电夹具设备,其中所述电容传感器阵列是具有与所述图案形成装置的表面积相近的面积二维阵列。

3. 如权利要求1所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备包括用于相对于所述图案形成装置沿所述图案形成装置的图案形成表面的平面的法线方向移动所述电容传感器阵列的致动器。

4. 如权利要求1所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备包括闭环控制系统,所述闭环控制系统能够操作以测量图案形成装置相对于电容传感器阵列的相对位置。

5. 如权利要求4所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备能够操作以使用电容传感器阵列用于图案形成装置相对于电容传感器阵列的相对位置的所述测量。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备能够操作使得电容传感器阵列执行绝对测量,在所述绝对测量中,电容传感器阵列相对于预定参照物测量掩模版的形状。

7. 如权利要求1至5中任一项所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备能够操作使得电容传感器阵列执行相对测量,通过在所述夹持电极被操作以施加第一夹持力时执行的第一测量以及在所述夹持电极被操作以施加与所述第一夹持力不同的第二夹持力时执行的第二测量实现每一相对测量。

8. 如权利要求7所述的静电夹具设备,其中所述第二夹持力比所述第一夹持力高。

9. 如权利要求8所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备能够操作使得电容传感器阵列执行差分测量,每一差分测量用所述电容传感器阵列中的两个传感器来执行。

10. 如权利要求1至5中任一项所述的静电夹具设备,其中所述支撑结构设置在具有多个突起的支撑表面上,所述图案形成装置被抵靠所述突起夹持,并且分离的传感器设置在每个突起附近。

11. 如权利要求1或2所述的静电夹具设备,其中电容传感器阵列包含在形成所述光刻设备的一部分的图案形成装置交换设备内,所述图案形成装置交换设备用于移动和交换图案形成装置,其中所述图案形成装置交换设备能够操作以在正在被测量的图案形成装置的表面上方扫描所述电容传感器阵列。

12. 如权利要求11所述的静电夹具设备,其中所述静电夹具设备能够操作以在图案形成装置交换设备相对于掩模版的任何无意的移动和掩模版轮廓之间进行区分。

13. 如权利要求12所述的静电夹具设备,其中利用算法执行所述区分。

14. 一种光刻设备,包括:

照射系统,配置成调节辐射束;

如前述权利要求任一项所述的静电夹具设备,所述图案形成装置能够将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束以形成图案化的辐射束;

衬底台,构造成保持衬底;和

投影系统,配置成将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上。

静电夹具设备和光刻设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2011年3月11日递交的美国临时申请61/451,803的权益,该文献以引用的方式整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种光刻设备,并且具体地涉及用在光刻设备上的静电夹具设备。

背景技术

[0004] 光刻设备是一种将所需图案应用到衬底上(通常应用到所述衬底的目标部分上)的机器。例如,可以将光刻设备用在例如集成电路(IC)的制造中。在这种情况下,可以将可选地称为掩模或掩模版的图案形成装置用于生成待形成在所述IC的单层上的电路图案。可以将该图案转移到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一部分管芯、一个或多个管芯)上。典型地,经由成像将所述图案转移到在所述衬底上设置的辐射敏感材料(抗蚀剂)层上。通常,单个衬底将包含连续形成图案的相邻目标部分的网络。

[0005] 光刻技术被广泛地看作制造IC和其他器件和/或结构的关键步骤之一。然而,随着通过使用光刻技术制造的特征的尺寸变得越来越小,光刻技术正变成允许制造微型IC或其他器件和/或结构的更加关键的因素。

[0006] 图案印刷的极限的理论估计可以由用于分辨率的瑞利法则给出,如等式(1)所示:

$$[0007] \quad CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA} \quad (1)$$

[0008] 其中 λ 是所用辐射的波长,NA是用以印刷图案的投影系统的数值孔径, k_1 是依赖于过程的调节因子,也称为瑞利常数,CD是所印刷的特征的特征尺寸(或临界尺寸)。由等式(1)知道,特征的最小可印刷尺寸减小可以由三种途径获得:通过缩短曝光波长 λ 、通过增大数值孔径NA或通过减小 k_1 的值。

[0009] 为了缩短曝光波长,并因此减小最小可印刷尺寸,已经提出使用极紫外(EUV)辐射源。EUV辐射是波长在5-20nm范围内(例如在13-14nm范围内)的电磁辐射。还已经提出,可以使用波长小于10nm的EUV辐射,例如在5-10nm范围内,例如6.7nm或6.8nm。这种辐射被称为极紫外辐射或软x射线辐射。可用的源包括例如激光产生的等离子体源、放电等离子体源或基于由电子存储环提供的同步加速器辐射的源。

[0010] 可以使用等离子体产生EUV辐射。用于产生EUV辐射的辐射系统可以包括用于激发燃料以提供等离子体的激光器和用于容纳等离子体的源收集器模块。例如可以通过引导激光束至诸如合适材料(例如锡)的颗粒或合适气体或蒸汽(例如氙气或锂蒸汽)的流等燃料来产生等离子体。所形成的等离子体发射输出辐射,例如EUV辐射,其通过使用辐射收集器收集。辐射收集器可以是反射镜式正入射辐射收集器,其接收辐射并将辐射聚焦成束。源收集器模块可以包括包围结构或腔,布置用以提供真空环境以支持等离子体。这种辐射系统通常被称为激光产生的等离子体(LPP)源。

[0011] EUV掩模或掩模版必须夹持在静电卡盘上。在突节和掩模版背侧之间被俘获的 μm 尺寸级别的颗粒的存在会导致掩模版的变形(在平面内或脱出平面),这会使重叠变差。计算表明,该背侧上的 μm 尺寸的颗粒会导致前侧上的nm级别高度的变形,这又导致足以让工具超出规范的重叠误差。

[0012] 实际上,在背侧上可以有许多颗粒,但是其中仅少数(或没有)可以必要地导致在前侧上产生问题的足够大的变形(实际上,颗粒可以被挤压或压碎,而不是导致变形)。此外,能够测量由于其他来源(例如温度)带来的前侧变形(不平坦度)是有益的。

[0013] 直到目前,没有作出解决这些问题的合适的解决方案,很大程度上是由于前侧掩模版表面被图案化有任意的图案而传统的水平传感器在平坦的表面上工作的原因。

发明内容

[0014] 期望提供一种设备,其可以用以识别和/或测量掩模版或掩模中的这种变形。

[0015] 根据本发明的一方面,提供一种静电夹具设备,其构造用于支撑光刻设备的图案形成装置,静电夹具设备包括支撑所述图案形成装置所抵靠的支撑结构、用于在支撑结构和图案形成装置之间提供夹持力的夹持电极以及能够操作以测量所述图案形成装置的形状的电容传感器的阵列。

附图说明

[0016] 下面仅通过示例的方式,参考附图对本发明的实施例进行描述,其中示意性附图中相应的标记表示相应的部件,在附图中:

[0017] 图1示出根据本发明一个实施例的光刻设备;

[0018] 图2是设备100的更详细的视图;

[0019] 图3是图1和2的设备的源收集器模块S0的更详细的视图;

[0020] 图4示出根据本发明的一替代实施例的光刻设备;

[0021] 图5是根据本发明一个实施例的静电夹具布置的侧面剖视图;

[0022] 图6是图5的布置的电容传感器阵列的俯视图;

[0023] 图7是根据本发明另一实施例的静电夹具布置的侧面剖视图;

[0024] 图8是图7的布置的电容传感器阵列的俯视图;

[0025] 图9是根据本发明另一实施例的静电夹具布置的侧面剖视图;

[0026] 图10a和10b分别示出夹具不激活和激活情况下的图9中的布置;

[0027] 图11a和11b分别示出根据本发明第三主要实施例的俯视图和侧视图;

[0028] 图12示出测量在 y_{n0} 和 y_{n1} 之间的掩模版轮廓的图11a和11b的实施例;

[0029] 图13示出使用图11a和11b中的实施例的第一简化的测量情形。

具体实施方式

[0030] 图1示意性地示出一种光刻设备100,所述设备包括根据本发明一个实施例的源收集器模块S0。所述设备包括:

[0031] -照射系统(照射器)IL,配置用于调节辐射束B(例如,极紫外(EUV)辐射);

[0032] -支撑结构(例如掩模台)MT,构造用于支撑图案形成装置(例如掩模或掩模版)MA

并与配置用于精确地定位图案形成装置的第一定位装置PM相连;

[0033] -衬底台(例如晶片台)WT,构造用于保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并与配置用于精确地定位衬底的第二定位装置PW相连;和

[0034] -投影系统(例如反射式投影系统)PS,所述投影系统PS配置用于将由图案形成装置MA赋予辐射束B的图案投影到衬底W的目标部分C(例如包括一根或更多根管芯)上。

[0035] 所述照射系统可以包括各种类型的光学部件,例如折射型、反射型、磁性型、电磁型、静电型或其它类型的光学部件、或其任意组合,以引导、成形、或控制辐射。

[0036] 所述支撑结构MT以依赖于图案形成装置的方向、光刻设备的设计以及诸如图案形成装置是否保持在真空环境中等其它条件的方式保持图案形成装置MA。所述支撑结构可以采用机械的、真空的、静电的或其它夹持技术来保持图案形成装置。所述支撑结构可以是框架或台,例如,其可以根据需要成为固定的或可移动的。所述支撑结构可以确保图案形成装置位于所需的位置上(例如相对于投影系统)。

[0037] 这里所使用的术语“图案形成装置”应该被广义地理解为表示能够用于将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束、以便在衬底的目标部分上形成图案的任何装置。被赋予辐射束的图案可以与在目标部分上形成的器件中的特定的功能层相对应,例如集成电路。

[0038] 图案形成装置可以是透射式的或反射式的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列以及可编程液晶显示(LCD)面板。掩模在光刻术中是公知的,并且包括诸如二元掩模类型、交替型相移掩模类型、衰减型相移掩模类型和各种混合掩模类型之类的掩模类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵布置,每一个小反射镜可以独立地倾斜,以便沿不同方向反射入射的辐射束。所述已倾斜的反射镜将图案赋予由所述反射镜矩阵反射的辐射束。

[0039] 投影系统与照射系统类似,可以包括多种类型的光学部件,例如折射型、反射型、磁性型、电磁型和静电型或其他类型的光学部件或其任意组合,如对于所使用的曝光辐射所适合的、或对于诸如使用真空之类的其他因素所适合的。可能期望对EUV辐射使用真空,因为其他气体会吸收太多的辐射。因此,可以借助真空壁和真空泵在整个束路径上提供真空环境。

[0040] 如这里所示的,所述设备是反射型的(例如,采用反射式掩模)。

[0041] 所述光刻设备可以是具有两个(双台)或更多衬底台(和/或两个或更多的掩模台)的类型。在这种“多台”的机器中,可以并行地使用附加的台,或可以在一个或更多个台上执行预备步骤的同时,将一个或更多个其它台用于曝光。

[0042] 参照图1,所述照射器IL接收从源收集器模块S0发出的极紫外辐射束。用以产生EUV光的方法包括但不必限于将材料转化为具有至少一种元素(例如氙、锂或锡)的等离子体状态,该元素具有在EUV范围内的一个或更多个发射线。在一种这样的方法中,通常称为激光产生等离子体(“LPP”),可以通过使用激光束照射例如具有所需线发射元素的材料的液滴、流或簇的燃料产生所需等离子体。源收集器模块S0可以是包括激光器(图1未示出)的EUV辐射系统的一部分,该激光器用于提供激发燃料的激光束。所得到的等离子体发射输出辐射,例如EUV辐射,其通过使用设置在源收集器模块中的辐射收集器收集。激光器和源收集器模块可以是分立的实体(例如当使用CO₂激光器提供激光束用于燃料激发时)。

[0043] 在这种情况下,不会将激光器看形成光刻设备的一部分,并且通过包括例如合

适的定向反射镜和/或扩束器的束传递系统的帮助,将所述辐射束从所述激光器传到源收集器模块。在其它情况下,所述源可以是所述源收集器模块的组成部分(例如当所述源是放电产生等离子体EUV生成器时,通常称为DPP源)。

[0044] 所述照射器IL可以包括用于调整所述辐射束的角强度分布的调整器。通常,可以对所述照射器的光瞳平面中的强度分布的至少所述外部和/或内部径向范围(一般分别称为 σ -外部和 σ -内部)进行调整。此外,所述照射器IL可以包括各种其它部件,例如琢面场反射镜装置和琢面光瞳反射镜装置(或称为多小面场反射镜装置和多小面场光瞳反射镜装置)。可以将所述照射器用于调节所述辐射束,以在其横截面中具有所需的均匀性和强度分布。

[0045] 所述辐射束B入射到保持在支撑结构(例如,掩模台)MT上的所述图案形成装置(例如,掩模)MA上,并且通过所述图案形成装置来形成图案。在已经从图案形成装置(例如掩模)MA反射之后,所述辐射束B通过投影系统PS,所述投影系统PS将辐射束聚焦到所述衬底W的目标部分C上。通过第二定位装置PW和位置传感器PS2(例如,干涉仪器件、线性编码器或电容传感器)的帮助,可以精确地移动所述衬底台WT,例如以便将不同的目标部分C定位于所述辐射束B的路径中。类似地,可以将所述第一定位装置PM和另一个位置传感器PS1用于相对于所述辐射束B的路径精确地定位图案形成装置(例如掩模)MA。可以使用掩模对准标记M1、M2和衬底对准标记P1、P2来对准图案形成装置(例如掩模)MA和衬底W。

[0046] 可以将所述设备用于以下模式中的至少一种中:

[0047] 1. 在步进模式中,在将支撑结构(例如掩模台)MT和衬底台WT保持为基本静止的同时,将赋予所述辐射束的整个图案一次投影到目标部分C上(即,单一的静态曝光)。然后将所述衬底台WT沿X和/或Y方向移动,使得可以对不同目标部分C曝光。

[0048] 2. 在扫描模式中,在对支撑结构(例如掩模台)MT和衬底台WT同步地进行扫描的同时,将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分C上(即,单一的动态曝光)。衬底台WT相对于支撑结构(例如掩模台)MT的速度和方向可以通过所述投影系统PS的(缩小)放大率和图像反转特征来确定。

[0049] 3. 在另一种模式中,将用于保持可编程图案形成装置的支撑结构(例如掩模台)MT保持为基本静止,并且在所述衬底台WT进行移动或扫描的同时,将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分C上。在这种模式中,通常采用脉冲辐射源,并且在所述衬底台WT的每一次移动之后、或在扫描期间的连续辐射脉冲之间,根据需要更新所述可编程图案形成装置。这种操作模式可易于应用于利用可编程图案形成装置(例如,如上所述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术中。

[0050] 也可以采用上述使用模式的组合和/或变体,或完全不同的使用模式。

[0051] 图2更详细地示出了设备100,该设备包括源收集器模块S0、照射系统IL以及投影系统PS。源收集器模块S0构造并布置成使得可以在源收集器模块S0的包围结构220内保持真空环境。用于发射EUV辐射的等离子体210可以通过放电产生的等离子体源形成。EUV辐射可以通过气体或蒸汽,例如氙气、锂蒸汽或锡蒸汽产生,其中产生极高温的等离子体210以发射在电磁光谱的EUV范围内的辐射。通过例如能够引起至少部分电离的等离子体的放电,产生所述极高温等离子体210。为了有效地产生辐射,需要例如10Pa分压的氙、锂、锡蒸汽或任何其他合适的气体或蒸汽。在一个实施例中,提供激发的锡(Sn)等离子体以产生EUV辐

射。

[0052] 通过高温等离子体210发射的辐射从源腔211经由定位在源腔211中的开口内或后面的可选的气体阻挡件或污染物阱230(在某些情况下也称为污染物阻挡件或翼片阱)而传递进入收集器腔212。污染物阱230可以包括通道结构(channel structure)。污染物阱230还可以包括气体阻挡件或气体阻挡件和通道结构的组合。这里示出的污染物阱或污染物阻挡件230还至少包括通道结构,如本领域技术人员所了解的。

[0053] 收集器腔211可以包括辐射收集器C0,其可以是所谓的掠入射收集器。辐射收集器C0具有上游辐射收集器侧251和下游辐射收集器侧252。通过收集器C0的辐射可以被反射离开光栅光谱滤光片240,以聚焦在虚源点IF处。虚源点IF通常被称为中间焦点,并且源收集器模块布置成使得中间焦点IF位于包围结构220内的开口221处或其附近。虚源点IF是用于发射辐射的等离子体210的像。

[0054] 随后,辐射穿过照射系统IL,照射系统IL可以包括布置成在图案形成装置MA处提供辐射束21的期望的角度分布以及在图案形成装置MA处提供辐射强度的期望的均匀性的琢面场反射镜装置22和琢面光瞳反射镜装置24。辐射束21通过被支撑结构MT保持的图案形成装置MA处的反射,形成图案化束26,并且图案化束26通过投影系统PS经由反射元件28、30成像到由晶片台或衬底台WT保持的衬底W上。

[0055] 通常在照射光学单元IL和投影系统PS内可以存在比图示的元件更多的元件。依赖于光刻设备的类型,可选地可以设置光栅光谱滤光片240。此外,可以存在比图中示出的那些反射镜更多的反射镜,例如在投影系统PS内可以有除图2中示出的反射元件之外的1-6个额外的反射元件。

[0056] 如图2示出,收集器光学元件C0在图中示出为具有掠入射反射器253、254和255的巢状收集器,在此仅用作收集器(或收集器反射镜)的例子。掠入射反射器253、254和255围绕光学轴线O轴向对称地设置,并且这种类型的收集器光学元件C0优选与通常称为DPP源的放电产生的等离子体源结合使用。

[0057] 替代地,源收集器模块S0可以是如图3所示的LPP辐射系统的一部分。激光器LA布置成将激光能量淀积在例如氙(Xe)、锡(Sn)或锂(Li)等燃料上,由此产生高离子化的、具有数十电子伏特的电子温度的等离子体210。在这些离子的去激发和再结合期间产生的激发辐射由等离子体发射,通过近正入射收集器光学元件C0收集并聚焦在包围结构220中的开口221上。

[0058] 图4示出EUV光刻设备的替代的布置,其中光谱纯度滤光片SPF是透射类型的,而不是反射光栅。在这种情况下,来自源收集器模块S0的辐射沿着来自收集器的直线路径到达中间焦点IF(虚源点)。在未示出的替代的实施例中,光谱纯度滤光片11可以定位在虚源点12处,或定位在收集器10和虚源点12之间的任何位置点处。滤光片可以布置在辐射路径中的其他位置处,例如布置在虚源点12的下游。可以采用多个滤光片。如前面的示例那样,收集器C0可以是掠入射类型(图2)或直接反射器类型(图3)。

[0059] 由于在真空环境中执行EUV光刻技术的要求,真空夹具不能用于将掩模/掩模版夹持于支撑结构/卡盘。因此,取而代之,使用静电夹具。这些静电夹具使用卡盘中的电极产生电场,并且因此在掩模版卡盘和掩模版(或衬底至衬底卡盘)之间产生库仑力。这种静电夹具是熟知的。

[0060] 在所夹持的掩模版的背侧和卡盘之间的颗粒形式的污染物可以导致前侧变形,其足以严重导致重叠误差(衬底上的连续的层之间的横向偏移),这可能导致衬底不能用。

[0061] 目前,没有在合适位置上的传感器测量这样的污染物。提出的解决方案是测量具有电容传感器阵列的掩模版平坦度(和/或背侧污染物)。这种阵列能够测量掩模版的形状。优选地,每个突节设置一个电容传感器。给出两个主要的实施例。

[0062] 在第一实施例中,提出利用集成在掩模版台中的传感器测量在掩模版被卡盘夹持时背侧的变形。这样有若干个优点:

- [0063] • 与测量前侧相比,所需的分辨率低;
- [0064] • 不需要对准(与前侧传感器相比);传感器被固有地对准;
- [0065] • 没有图案问题:测量背侧,背侧是平的。

[0066] 然而,这种解决方案意味着在掩模版台制造过程中复杂度提高。但是,使用现有的方案之一,制造过程实际上并不受影响。此外,使用这样的实施方式,其他前侧变形(由于温度、材料的不均匀等带来的不平坦)将不容易被检测。

[0067] 在第二实施例中,提出使用外部电容传感器阵列测量实际的前侧。传感器的阵列应该足够紧凑以便适应于EUV内室,使得其可以通过机械臂在掩模版下面移动。一组致动器将传感器定位在掩模版的附近。通过电容阵列本身可以给出反馈。

[0068] 该实施方式的优点包括:

- [0069] • 能够用于检测亚纳米的凸点(bump);
- [0070] • 紧凑,因为传感器可以适应与EUV内室;
- [0071] • 掩模版台不需要修改;
- [0072] • 能够与之前机器向后兼容。

[0073] 图5和6示出第一实施例,其中将电容传感器阵列与卡盘形成一体或集成。图中示出卡盘500和掩模版505。卡盘500包括:第一绝缘层510和第二绝缘层515,它们都可以是玻璃层;突节520,用于帮助减小卡盘500和掩模版505之间的污染物的影响;和用于夹持电极525的阵列660。掩模版505包括传导/导电层530。静电夹具的基本的操作是熟知的,将不进一步描述。

[0074] 有时候一个或更多个颗粒540形式的污染物在突节520和掩模版505背侧之间被捕获。这可以引起掩模版的变形,如图所示。在第一实施例中,提出通过使用与卡盘500一体的电容传感器阵列660测量卡盘500和掩模版505之间的距离来测量掩模版505由于背侧处的污染物540带来的形状变形。以此方式,传感器需要能够在大约10-100 μm 的分离(stand-off)距离处测量脱出平面的背侧变形。

[0075] 在具体的实施例中,电容传感器阵列660的电容板525与静电夹具525集成或形成一体。当电容传感器阵列660与当前的静电夹具525集成或形成一体时,夹具525可被细分成更小的板(例如,每个突节520一个),其被提供以DC和AC电压信号。DC电压被用于夹持,而AC电压被用于测量该板525相对于掩模版505的电容。以此方式,使用阵列660,可以通过记录一个(或更多个)板525的电容相对于阵列板525的名义电容的明显的差别来识别局部变形,并通过该差别的大小来识别这些变形的大小。

[0076] 图7和8示出第一主要实施例的变形。相同的附图标记用于与图5和6中的部件相同的部件。在此实施例中,阵列860的传感器电容板755沉积/镀敷在卡盘500的顶部。近期,这

种方案所需的制造步骤已经被成功地开发用于研制晶片台的顶部上的锡膜加热器。图示的每个突节520的周围是涂层750,其中传感器电容板755围绕每个突节,隔离带将每个传感器电容板755隔离。更多的常规的(分离的)夹持电极725被用在卡盘500上。

[0077] 在该布置中,传感器电容板755靠近掩模版505,由此提高测量的分辨率。如前面所述的,在这种布置中常规的夹持电极725与电容板755结合使用。然而,在替代的布置中,突节520之间的电容板755可以以与图5和6中的布置类似的方式用作夹持电极,在这种情况下不需要夹持电极725。

[0078] 图9示出第二主要实施例,其中使用独立的电容传感器阵列测量在掩模版的前侧上的掩模版505平坦度。图中所示的电容传感器阵列960由各个传感器电容板985构成,其通过一体的短行程致动器980安装在掩模版处理装置970上,短行程致动器980能够实现在电容传感器阵列960和掩模版505之间的相对移动。

[0079] 这种传感器阵列960被定位在掩模版505的下面,其中掩模版处理装置970的致动器980将传感器阵列960(在该示例中)定位在大约 $10\mu\text{m}$ (见图3)的分离距离处。该分离距离通过电容传感器阵列960和短行程致动器980的闭环控制系统控制,电容传感器阵列960测量掩模版505相对于电容传感器阵列960的相对位置。在一个实施例中,电容传感器阵列960本身可以用于这个用途。

[0080] 电容传感器阵列960再次被用于测量掩模版505的形状。在一个操作实施例中,电容传感器阵列960用于使用相对于“公认的(holy)”参照物被校准的电容传感器阵列960执行绝对测量,并相对于该参照物测量掩模版505的形状。在该实施例中,电容传感器阵列960可以具有大约 1nm 的绝对分辨率。

[0081] 在另一操作实施例中,电容传感器阵列960测量在高夹持电压和低夹持电压(即 $500\text{--}1000\text{V}$ 和 $2500\text{--}3500\text{V}$)情况下的掩模版505的形状。这些测量结果之间的差别可以表明掩模版505在所有位置处是否被抵靠突节520放置。在掩模版505和突节520之间存在污染物540的情况下,当夹具起作用时掩模版505将轻微地弯曲。在这种“动态测量”的操作实施例中,电容传感器阵列960的传感器可以具有大约 0.1nm 的动态分辨率。

[0082] 图10a和10b示出该动态测量操作实施例。图10a示出图9的布置,其中夹具在低的夹持力的条件下操作。图10b示出相同的布置,其中夹具在高的夹持力的条件下操作。此处,可以看到,掩模版505的形状在颗粒540附近的区域内变化(该形状变化在图中为了突出被夸大)。这种形状变化通过电容传感器阵列960检测。

[0083] 优选地,掩模版505不接地(或,至少在本布置中,并且优选不改变此布置)。通常,精确的电容传感器需要测量目标是接地的。为了避免掩模版505的接地,可以使用差分电容测量。该差分测量使用两个电容板以感测未接地的掩模版505。相邻的电容器板985可以用于这个用途。

[0084] 在上面的示例中,电容传感器阵列被集成在掩模版台中或在外部安装在EUV内室中。两个解决方案都具有制造复杂的缺点。第一种解决方案需要修改掩模版夹具,这已经是非常难以实施的,后一种方案需要电容传感器阵列处在非常紧密的体积中。

[0085] 因此,在另一实施例中,提出将电容传感器放置在RED(掩模版交换装置)上。掩模版交换装置在(例如)W02009/127391中描述,其通过引用并入本文。RED能够将传感器阵列定位在掩模版之下,使得掩模版台可以在传感器上方扫描。

[0086] 在RED上具有足够的可用于这种传感器的区域。例如,电容阵列可以集成在RED的校准基准臂上。RED上的可用的区域使得相对于上述的方案更大的区域可用于传感器。而且,仅需要使用少量(例如3个)线(1D)阵列,而不是具有与掩模版相当的xy尺寸或维度的全2D阵列。这明显地减少了传感器需要读取的电子器件的量。

[0087] 图11a和11b分别示出第三主要实施例的俯视图和侧视图。图示出RED1100,在RED上安装大量的电容传感器1120。这些传感器1120布置成行(1D阵列),在此处图示有三个这样的行。RED和掩模版台都通过控制器(未示出)控制,以便扫描掩模版1110表面(前侧),从而测量其平坦度。掩模版1110通过静电夹具1130被夹持到卡盘1140。

[0088] 在前面的传感器方案中,需要两次测量来测量掩模版的平坦度:一次测量用低的夹持力而一次测量用高的夹持力。在本传感器布局中,提出执行单次测量,而不需要改变夹持力。

[0089] 将传感器放置在RED上的缺点在于,RED连接至基础框架。因此,传感器相对于掩模版台振动。这种振动是若干 μm 量级,并且具有达到大约20Hz的频率带宽。为了校正这种振动,提出轮廓重构算法。这种算法应用在已知的节距条件下使用多个线阵列。图中示出,该算法能够在RED振动和掩模版轮廓之间进行区分。

[0090] 图12将算法示出为一维(1D)问题。图示出RED1100的安装有传感器1120的部分。图还示出掩模版1110轮廓的待测量的部分。RED将被振动,使得y、z以及 α 将随着时间变化(即, $y_n(t)z_n(t)\alpha(t)$)。考虑 y_{n0} 和 y_{n1} 之间的掩模版轮廓,可以看到,传感器n在时间样本k处的输出 $s_{n,k}$ 等于:

$$[0091] \quad s_{n,k} = \frac{1}{2aT} \int_{t'=kT}^{(k+1)T} \int_{y'=y_{n0}}^{y_{n1}} p(y'-vt') dy' - z_n dt'$$

[0092] 其中

$$[0093] \quad y_{n0} \approx y_n - a \cos \alpha$$

$$[0094] \quad y_{n1} \approx y_n + a \cos \alpha$$

[0095] 图13示出简化的情形,其中假定取样时间 $T \rightarrow 0$ 、理想的传感器电子器件和刚性的平坦的传感器。这个问题可以被看作其等同情形,其中传感器沿y移动(而不是掩模版)。因此,考虑点 $z(k)$ 和 $z(k+1)$:

$$[0096] \quad z(k) + \sin(\alpha(k)) [d_0 + p_s] + s_2(k) = z(k+1) + \sin(\alpha(k+1)) [d_0] + s_1(k+1)$$

$$[0097] \quad z(k) + \sin(\alpha(k)) [d_0 + 2p_s] + s_3(k) = z(k+1) + \sin(\alpha(k+1)) [d_0 + p_s] + s_2(k+1)$$

[0098] 并且,因而:

$$[0099] \quad \sin(\alpha(k+1)) - \sin(\alpha(k)) = -\frac{1}{p_s} ([s_2(k+1) - s_1(k+1)] - [s_3(k) - s_2(k)])$$

$$[0100] \quad z(k+1) - z(k) = \sin(\alpha(k)) [d_0 + p_s] + s_2(k) - \sin(\alpha(k+1)) [d_0] - s_1(k+1)$$

[0101] 由此可以重构轮廓如下:

[0102] 重构 α :

$$[0103] \quad \alpha_r(k) \approx \alpha_r(0) + \sum_{q=0}^{k-1} \sin(\alpha(q+1)) - \sin(\alpha(q))$$

$$[0104] \quad = \alpha_r(0) - \frac{1}{ps} \sum_{q=0}^{k-1} [(s_2(q+1) - s_1(q+1)) - (s_3(q) - s_2(q))]$$

[0105] 重构 z :

$$[0106] \quad z_r(k) = z_r(0) + \sum_{q=0}^{k-1} z(q+1) - z(q)$$

$$[0107] \quad = z_r(0) + \sum_{q=0}^{k-1} [d_0 + p_s] \sin(\alpha_r(q)) + s_2(q) - [d_0] \sin(\alpha_r(q+1)) - s_1(q+1)$$

[0108] 并且,因此重构轮廓(在这些假定情况下其将不依赖于扫描速度):

$$[0109] \quad p_{r,i}(k) = s_i(k) + z_r(k) + [d_0 + (i-1)p_s] \sin \alpha_r(k)$$

[0110] 因此,可以看到,使用 μm 量级的RED振动可以实现轮廓的重构到纳米精确度。对于这种情形,传感器节距和传感器尺寸应该精确地已知(例如,在微米量级)。

[0111] 虽然本说明书详述了光刻设备在制造ICs中的应用,但应该理解到,这里描述的光刻设备可以有其他应用,例如制造集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器(LCDs)、薄膜磁头等(例如包括这些应用中的一个的装置)。本领域技术人员应该看到,在这种替代应用的情况下,可以将其中使用的任意术语“晶片”或“管芯”分别认为是与更上位的术语“衬底”或“目标部分”同义。这里所指的衬底可以在曝光之前或之后进行处理,例如在轨道(一种典型地将抗蚀剂层涂到衬底上,并且对已曝光的抗蚀剂进行显影的工具)、量测工具和/或检验工具中。在可应用的情况下,可以将这里公开内容应用于这种和其他衬底处理工具中。另外,所述衬底可以处理一次以上,例如为产生多层IC,使得这里使用的所述术语“衬底”也可以表示已经包含多个已处理层的衬底。

[0112] 虽然上面详述了本发明的实施例在光学光刻术情形中的应用,但应该注意到,本发明可以有其它的应用,例如压印光刻术,并且只要情况允许,不局限于光学光刻术。在压印光刻术中,图案形成装置中的拓扑限定了在衬底上产生的图案。可以将所述图案形成装置的拓扑印刷到提供给所述衬底的抗蚀剂层中,在其上通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使所述抗蚀剂固化。在所述抗蚀剂固化之后,所述图案形成装置从所述抗蚀剂上移走,并在抗蚀剂中留下图案。

[0113] 在允许的情况下术语“透镜”可以表示不同类型的光学构件中的任何一种或其组合,包括折射式的、反射式的、磁性的、电磁的以及静电的光学构件。

[0114] 虽然上面已经描述了本发明的具体实施例,但是应该认识到,本发明可以有与以上不同的应用。例如,本发明的一些操作步骤或方面可以采用包含用于描述上述方法的一个或多个机器可读指令序列的计算机程序或在其中存储有这种计算机程序的数据存储介质(例如半导体存储器、磁盘或光盘)的形式。上述描述是示例性的,而不是限制性的。因此,本领域技术人员将理解,可以在不背离所附权利要求的保护范围的情况下对所述的本发明进行修改。

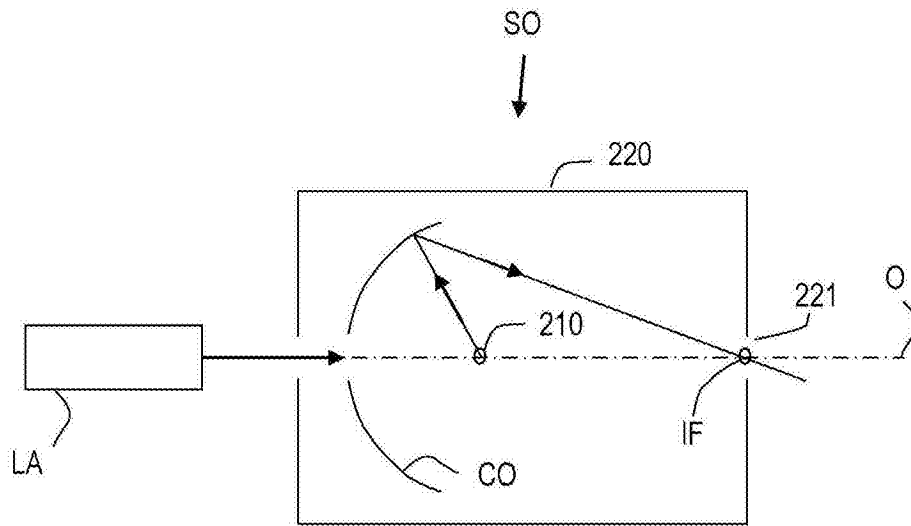


图3

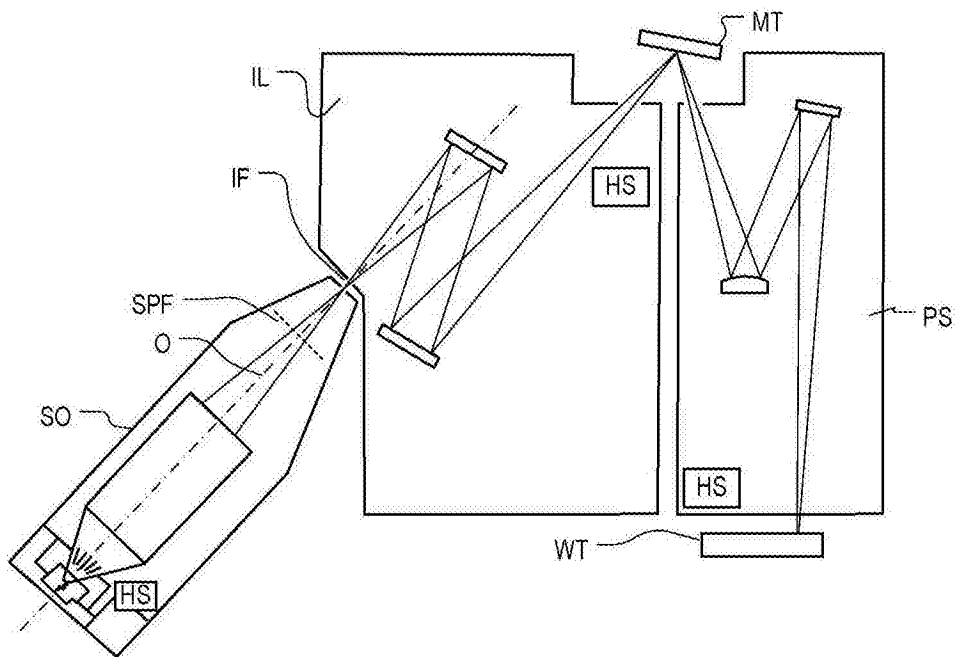


图4

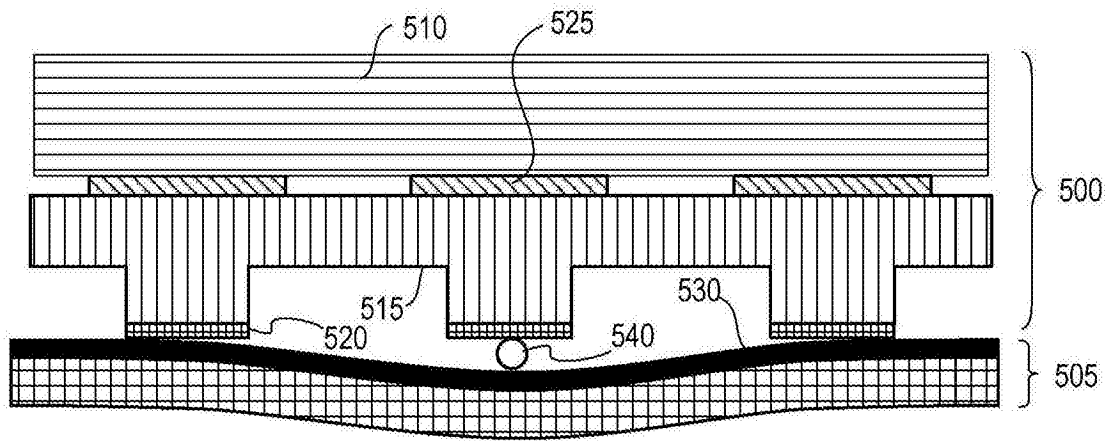


图5

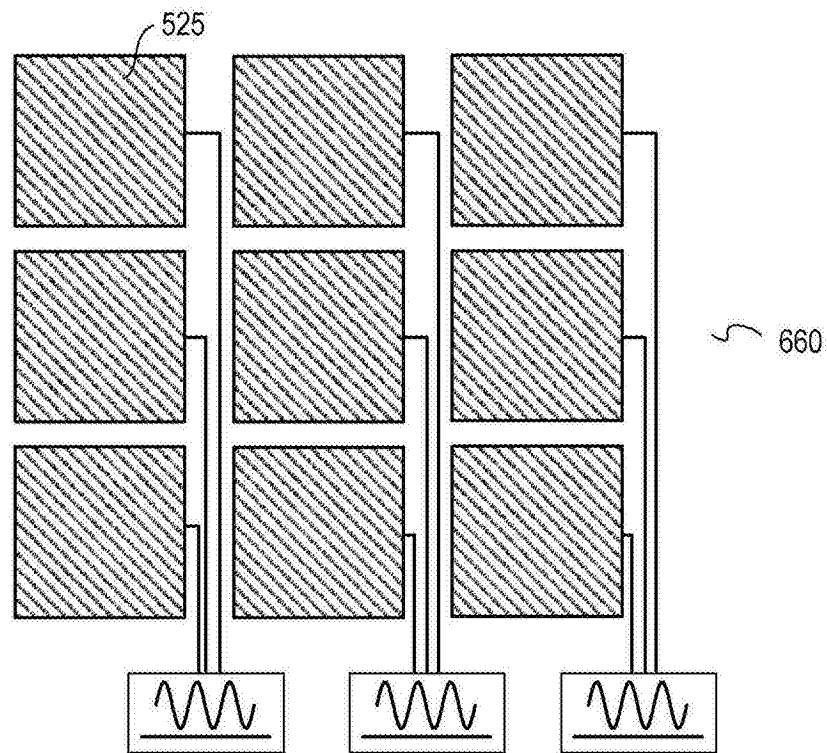


图6

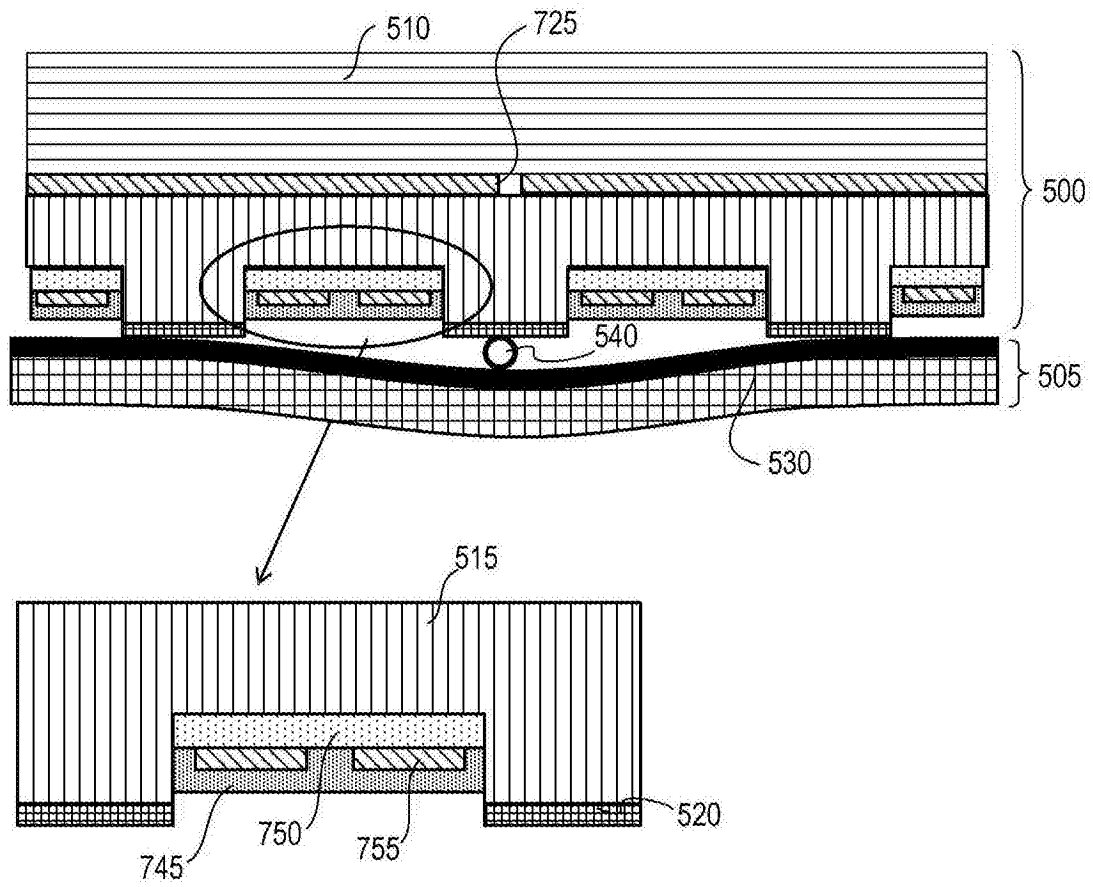


图7

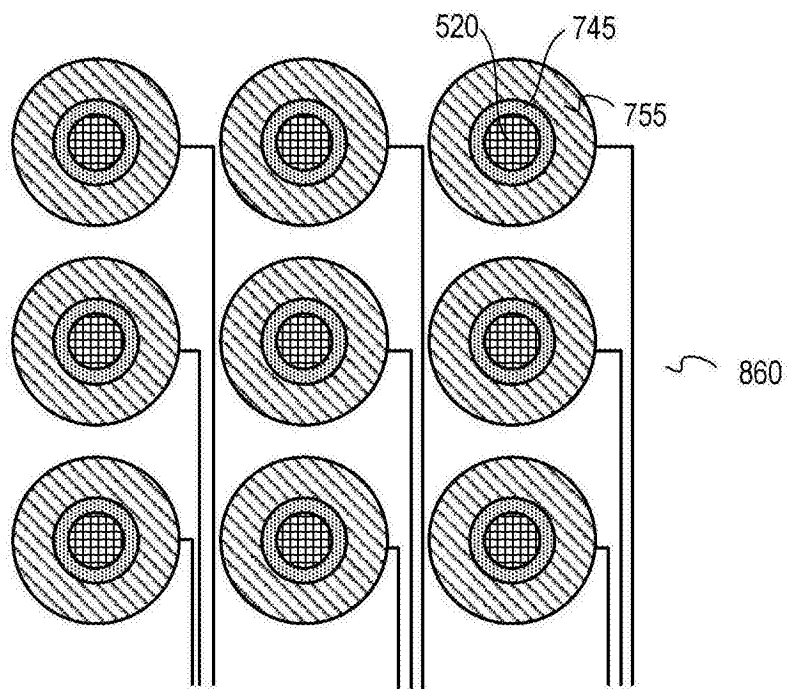


图8

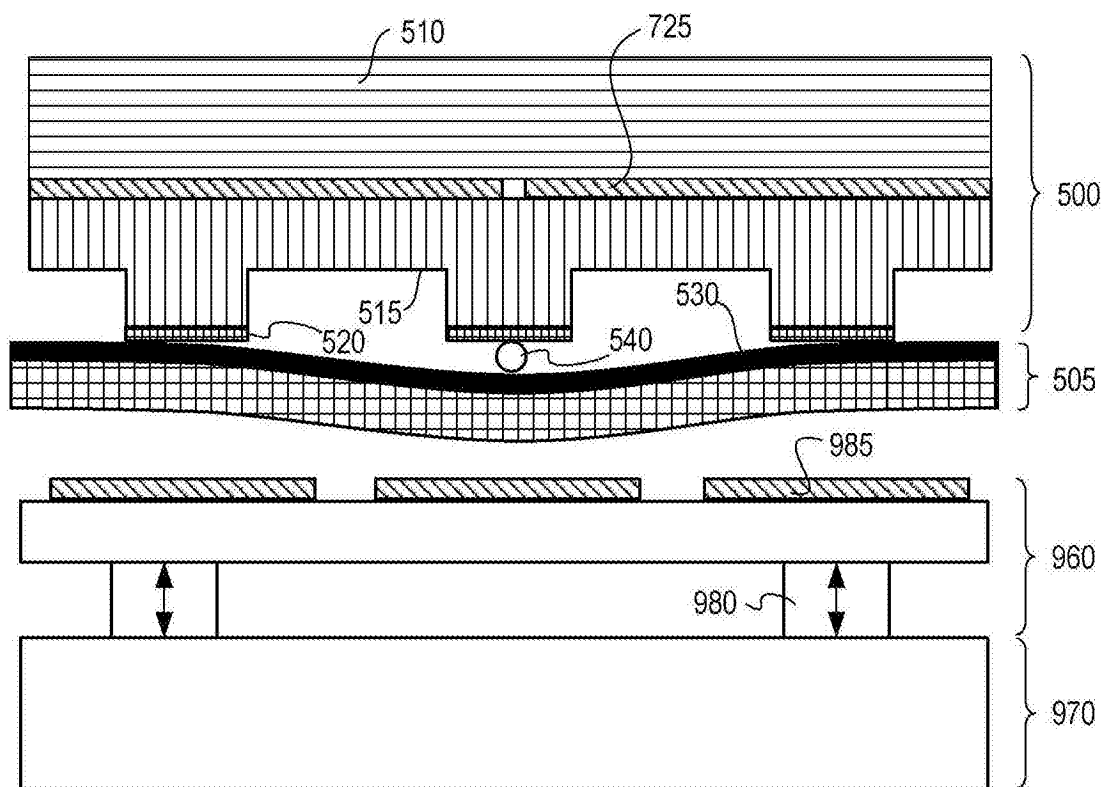


图9

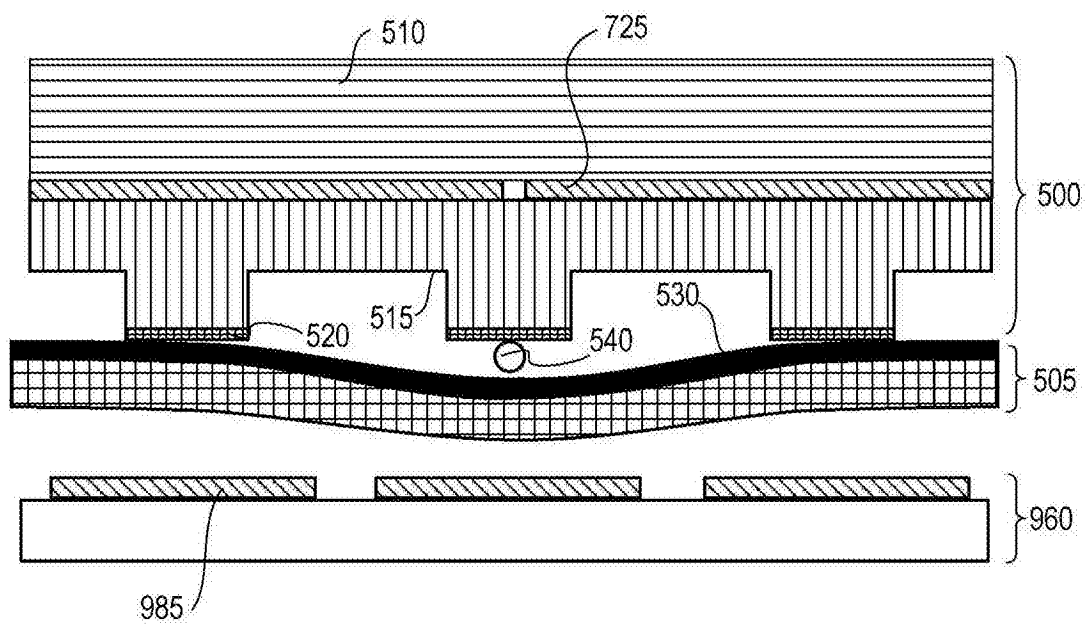


图10a

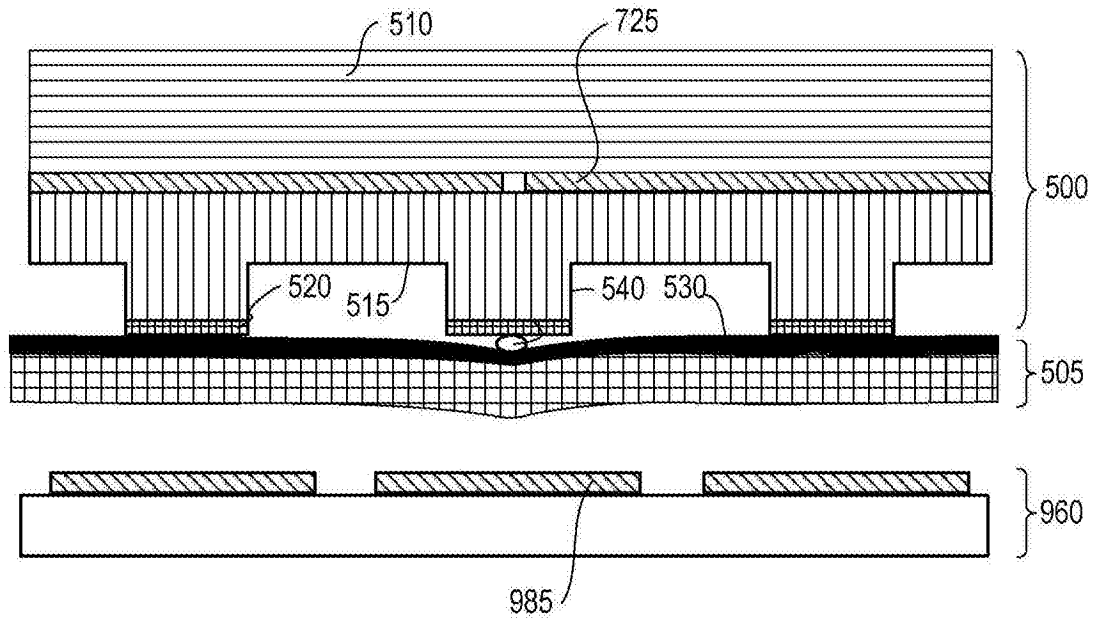


图10b

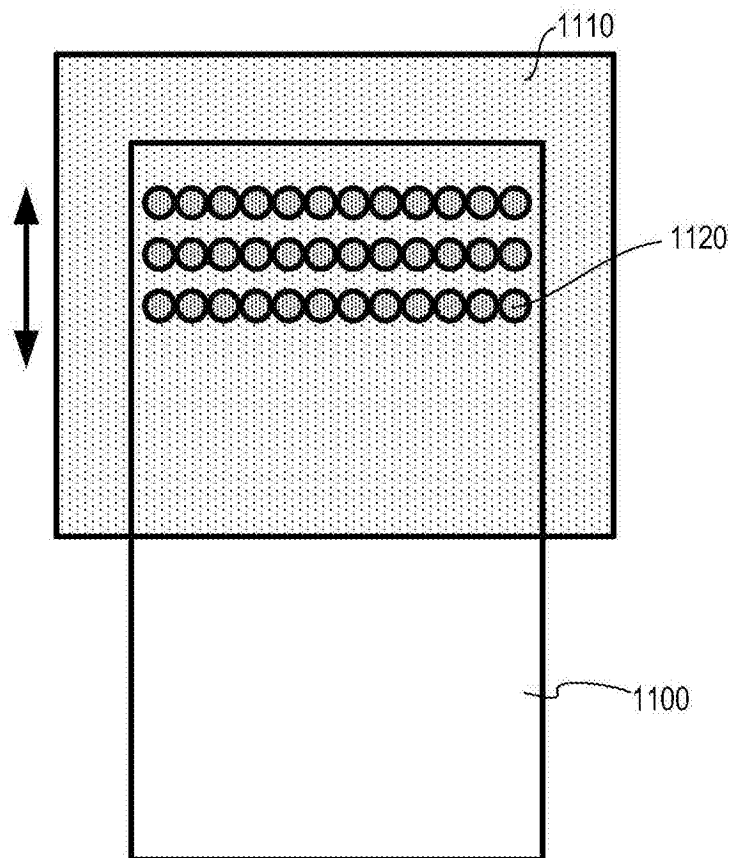


图11a

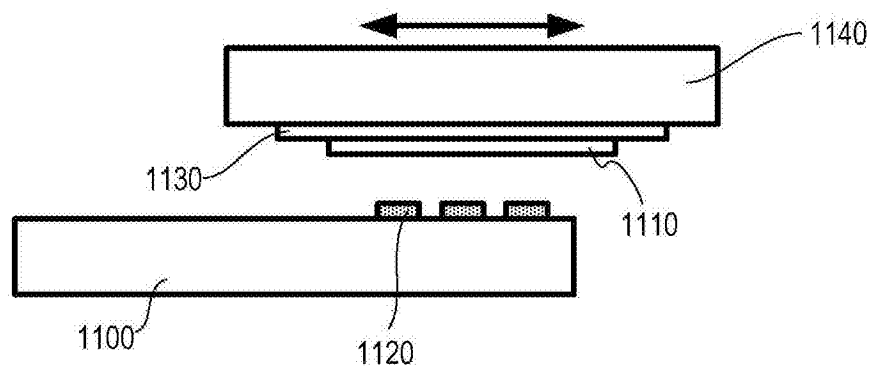


图11b

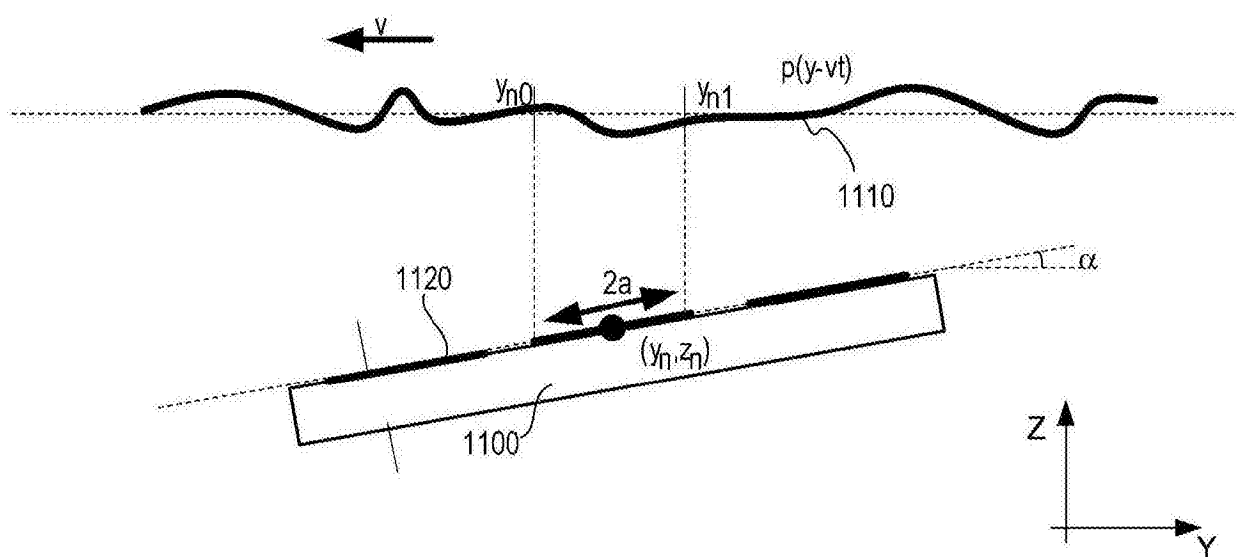


图12

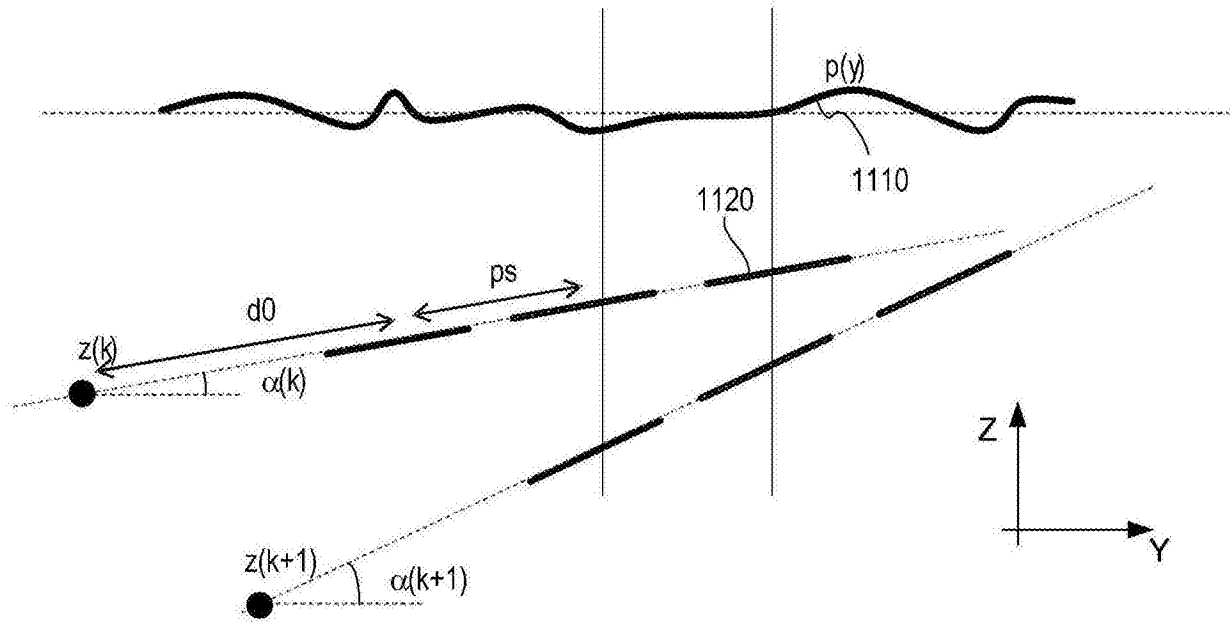


图13