



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110553583 B

(45) 授权公告日 2021.11.16

(21) 申请号 201910465808.X

(22) 申请日 2019.05.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110553583 A

(43) 申请公布日 2019.12.10

(30) 优先权数据
2018-104910 2018.05.31 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 岩井俊树 古卷贵光 畔野靖行
林望

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038
代理人 曾琳

(51) Int.Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103105127 A, 2013.05.15

CN 103105127 A, 2013.05.15

CN 101639630 A, 2010.02.03

CN 1795536 A, 2006.06.28

CN 106019855 A, 2016.10.12

CN 104460247 A, 2015.03.25

CN 105988309 A, 2016.10.05

CN 101329514 A, 2008.12.24

CN 101903832 A, 2010.12.01

CN 104614955 A, 2015.05.13

WO 9638706 A1, 1996.12.05

审查员 李超

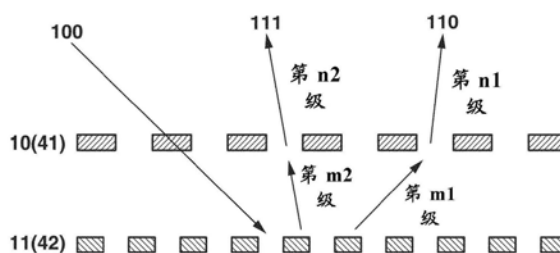
权利要求书3页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

检测设备、方法、压印装置、平坦化设备和物品制造方法

(57) 摘要

本公开涉及检测设备、方法、压印装置、平坦化设备和物品制造方法。检测设备包括照明光学系统和检测光学系统。照明光学系统被配置为照射第一衍射光栅和第二衍射光栅，第一衍射光栅在第一方向上具有第一周期，第二衍射光栅具有不同于第一周期的第二周期。检测光学系统被配置为检测被第一衍射光栅和第二衍射光栅衍射的光。照明光学系统包括被配置为在光瞳平面上形成第一极和与第一极相反的第二极的光学构件。照明光学系统使来自第一极和第二极的光从第一方向倾斜地入射第一衍射光栅和第二衍射光栅。检测光学系统检测被第一衍射光栅和第二衍射光栅中的一个衍射并且被另一个衍射光栅衍射的衍射光。



1. 一种检测设备,其特征在于,包括:

照明光学系统,所述照明光学系统被配置为照射第一一维衍射光栅和第二一维衍射光栅,所述第一一维衍射光栅在第一方向上具有周期,所述第二一维衍射光栅在第一方向上具有与第一衍射光栅的周期不同的周期;以及

检测光学系统,所述检测光学系统被配置为检测被第一衍射光栅和第二衍射光栅衍射的光,

其中,所述照明光学系统包括被配置为在光瞳平面上形成第一极和第二极的光学构件,所述第二极相对于光轴位于与第一极相反的一侧,

其中,检测光学系统包括位于检测光学系统的光瞳平面上的检测开口,所述检测开口的位置比检测光学系统的光瞳平面上的第一极和第二极的位置更靠近光轴,以及

其中,所述照明光学系统使来自第一极的光和来自第二极的光从第一方向倾斜地入射在第一衍射光栅和第二衍射光栅上以照射第一衍射光栅和第二衍射光栅,并且所述检测光学系统经由所述检测开口检测已经被第一衍射光栅和第二衍射光栅中的一个衍射并且进一步被第一衍射光栅和第二衍射光栅中的另一个衍射的衍射光。

2. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述检测设备基于检测到的衍射光来确定第一衍射光栅和第二衍射光栅在第一方向上的相对位置。

3. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述第一极和第二极相对于所述光轴对称。

4. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述第一极和第二极中的每个包括第一方向上的光强度分布的峰。

5. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述检测光学系统检测由被第一衍射光栅和第二衍射光栅衍射的衍射光产生的摩尔图案。

6. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述光学构件是孔径光阑。

7. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述检测光学系统检测通过合成以下干涉图案而获得的光强度分布:从已经被第一衍射光栅按第 m_1 级衍射并且被第二衍射光栅按第 n_1 级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第 m_2 级衍射并且被第二衍射光栅按第 n_2 级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第一极的照射产生的;以及从已经被第一衍射光栅按第 $-m_1$ 级衍射并且被第二衍射光栅按第 $-n_1$ 级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第 $-m_2$ 级衍射并且被第二衍射光栅按第 $-n_2$ 级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第二极的照射产生的,其中, m_1 、 n_1 、 m_2 和 n_2 是整数,相对于第0级光而言,一侧的衍射级的符号是正的而另一侧的符号是负的。

8. 根据权利要求7所述的检测设备,其中,所述检测光学系统检测通过合成以下干涉图案而获得的光强度分布:从已经被第一衍射光栅按第1级衍射并且被第二衍射光栅按第0级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第0级衍射并且被第二衍射光栅按第1级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第一极的照射产生的;以及从已经被第一衍射光栅按第-1级衍射并且被第二衍射光栅按第0级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第0级衍射并且被第二衍射光栅按第-1级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第二极的照射产生的。

9. 根据权利要求7所述的检测设备,其中,所述检测光学系统检测通过合成以下干涉图案而获得的光强度分布:从已经被第一衍射光栅按第2级衍射并且被第二衍射光栅按第-1

级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第0级衍射并且被第二衍射光栅按第1级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第一极的照射产生的;以及从已经被第一衍射光栅按第-2级衍射并且被第二衍射光栅按第1级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第0级衍射并且被第二衍射光栅按第-1级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第二极的照射产生的。

10. 根据权利要求7所述的检测设备,其中,所述检测光学系统检测通过合成以下干涉图案而获得的光强度分布:从已经被第一衍射光栅按第2级衍射并且被第二衍射光栅按第-1级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第1级衍射并且被第二衍射光栅按第0级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第一极的照射产生的;以及从已经被第一衍射光栅按第-2级衍射并且被第二衍射光栅按第1级衍射的衍射光、和已经被第一衍射光栅按第-1级衍射并且被第二衍射光栅按第0级衍射的衍射光之间的干涉得到的干涉图案,这两个衍射光是通过来自第二极的照射产生的。

11. 根据权利要求1所述的检测设备,其中,所述第一衍射光栅或第二衍射光栅包括经分割的部分。

12. 一种使用模具在基板上形成图案的压印装置,其特征在于,所述压印装置包括:

根据权利要求1至11中任一项所述的检测设备;以及

控制单元,所述控制单元被配置为基于所述检测设备的检测结果来控制模具和基板的对齐,

其中,所述检测设备的检测光学系统检测已经被模具上提供的第一衍射光栅衍射并且被基板上提供的第二衍射光栅衍射的衍射光。

13. 一种使模具与基板上的组成物接触并且使所述组成物固化以使所述组成物平坦化的平坦化装置,其特征在于,所述平坦化装置包括:

根据权利要求1至11中任一项所述的检测设备;以及

控制单元,所述控制单元被配置为基于所述检测设备的检测结果来控制模具和基板的对齐,

其中,所述检测设备的检测光学系统检测已经被模具上提供的第一衍射光栅衍射并且被基板上提供的第二衍射光栅衍射的衍射光。

14. 一种检测方法,其特征在于,包括:

通过使用照明光学系统来照射第一一维衍射光栅和第二一维衍射光栅,所述第一一维衍射光栅在第一方向上具有周期,所述第二一维衍射光栅在第一方向上具有与第一衍射光栅的周期不同的周期;以及

使用检测光学系统检测被第一衍射光栅和第二衍射光栅衍射的衍射光,

其中,通过使来自所述照明光学系统的光瞳平面上形成的第一极的光和来自相对于光轴位于与第一极相反的一侧的第二极的光倾斜地入射在第一衍射光栅和第二衍射光栅上,来照射第一衍射光栅和第二衍射光栅,以及

其中,经由位于检测光学系统的光瞳平面上的检测开口检测已经被用来自第一极的光和来自第二极的光照射的第一衍射光栅和第二衍射光栅中的一个衍射并且进一步被另一个衍射光栅衍射的衍射光,所述检测开口的位置比检测光学系统的光瞳平面上的第一极和第二极的位置更靠近光轴。

15. 根据权利要求14所述的检测方法, 其中, 选择来自第一极的光的波长和来自第二极的光的波长, 以使来自第一衍射光栅的衍射光的强度和来自第二衍射光栅的衍射光的强度彼此相等。

16. 根据权利要求14所述的检测方法, 其中, 对第一衍射光栅或第二衍射光栅进行分割, 以使来自第一衍射光栅的衍射光的强度和来自第二衍射光栅的衍射光的强度彼此相等。

17. 根据权利要求14所述的检测方法, 其中, 调整第一衍射光栅或第二衍射光栅的占空比, 以使来自第一衍射光栅的衍射光的强度和来自第二衍射光栅的衍射光的强度彼此相等。

18. 根据权利要求14所述的检测方法, 其中, 第一衍射光栅或第二衍射光栅的周期被设置为 $1/m$, 以检测来自第一衍射光栅或第二衍射光栅的第 m 级衍射光, 其中, m 是整数。

19. 一种物品制造方法, 其特征在于, 包括:

基于通过根据权利要求14至18中任一项所述的检测方法检测的衍射光, 来确定模具上提供的第一衍射光栅和基板上提供的第二衍射光栅在第一方向上的相对位置;

基于确定的相对位置来使模具和基板对齐;

使经对齐的模具与经对齐的基板上的组成物接触以使所述组成物固化; 以及

从包括经固化的组成物的基板制造物品。

检测设备、方法、压印装置、平坦化设备和物品制造方法

技术领域

[0001] 实施例的一个公开的方面涉及一种检测设备、压印装置、平坦化设备、检测方法和物品制造方法。

背景技术

[0002] 光学压印半导体制造技术已经是已知的。在该技术中,首先,在基板(例如,半导体晶圆)上形成包含光固化树脂的树脂层。接着,使包括期望的凹-凸结构的模具与树脂层接触,并且按压该模具。其后,辐射紫外线以使光固化树脂固化。这样,凹-凸结构被转印到树脂层。此外,以树脂层用作掩膜来执行蚀刻处理和其他处理以在基板上形成期望的结构。在半导体的制造中,模具和基板需要对齐。例如,在其中半导体的处理规则为100nm或更低的目前的状况下,由装置引起的对齐误差的容许范围严格限于几纳米至几十纳米。

[0003] 作为对齐模具和基板的方法,存在检测由模具的对齐标记和基板的对齐标记产生的摩尔图案、并且基于检测的结果确定对齐标记之间的相对位置的方法。Shaolin Zhou、Song Hu、Ynogqi Fu、Xiangmin Xu和Jun Yang:“Moire interferometry with high alignment resolution in proximity lithographic process”,APPLIED OPTICS,2014年2月10日,第53卷,第5号,第951-959页中讨论了通过用仅从一个方向倾斜入射的光照射用作对齐标记的一维衍射光栅来在暗场中检测摩尔图案的方法,所述一维衍射光栅在所述一个方向上具有周期。

[0004] 在Shaolin Zhou、Song Hu、Ynogqi Fu、Xiangmin Xu和Jun Yang:“Moire interferometry with high alignment resolution in proximity lithographic process”,APPLIED OPTICS,2014年2月10日,第53卷,第5号,第951-959页中讨论的方法中,当即使在一维衍射光栅的周期方向上模具和基板的相对位置不变,模具和基板之间的距离也改变时,检测到的摩尔图案的位置偏差发生,从而导致测量误差更大。

发明内容

[0005] 实施例的一个公开的方面针对能够以高准确度检测由多个衍射光栅产生的摩尔图案的技术。

[0006] 根据实施例的一方面,一种检测设备包括照明光学系统和检测光学系统。照明光学系统被配置为照射第一一维衍射光栅和第二一维衍射光栅,第一一维衍射光栅在第一方向上具有周期或第一周期,第二一维衍射光栅在第一方向上具有不同于第一衍射光栅的第一周期的周期或第二周期。检测光学系统被配置为检测被第一衍射光栅和第二衍射光栅衍射的衍射光。照明光学系统包括被配置为在光瞳平面上形成第一极和第二极的光学构件,第二极相对于光轴位于与第一极相反的一侧。照明光学系统使来自第一极的光和来自第二极的光从第一方向倾斜地入射第一衍射光栅和第二衍射光栅以照射第一衍射光栅和第二衍射光栅,检测光学系统检测已经被第一衍射光栅和第二衍射光栅中的一个衍射并且进一步被第一衍射光栅和第二衍射光栅中的另一个衍射的衍射光。

[0007] 从以下参照附图对示例性实施例的描述,本公开的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

- [0008] 图1A和1B均是例示说明根据第一示例性实施例的衍射光的示意图。
- [0009] 图2是示意性地例示说明压印装置的配置的示意图。
- [0010] 图3是例示说明根据第一示例性实施例的检测设备的配置的例子的示意图。
- [0011] 图4是例示说明检测设备的修改例子的示意图。
- [0012] 图5A至5F是例示说明用于产生摩尔图案的对齐标记和摩尔图案的示意图。
- [0013] 图6是例示说明光学系统的光瞳平面上的检测孔径和照明光的示意图。
- [0014] 图7是例示说明光学系统的光瞳平面上的检测孔径和照明光的修改例子的示意图。
- [0015] 图8是例示说明通过电磁场分析获得的摩尔图案的波形的示意图。
- [0016] 图9A和9B均是例示说明根据第二示例性实施例的衍射光的示意图。
- [0017] 图10A和10B均是例示说明根据第三示例性实施例的衍射光的示意图。
- [0018] 图11A和11B均是例示说明分割的衍射光栅的放大截面图。

具体实施方式

[0019] 图2是例示说明根据第一示例性实施例的压印装置的配置的示意图。所述压印装置用于制造诸如半导体设备的设备。更具体地说,所述压印装置通过使用用于在基板(晶圆或玻璃)上形成树脂图案的模具在基板上使未固化的树脂(压印材料或组成)成形。根据本示例性实施例的压印装置采用光固化法。此外,在后面的示意图中,X轴和Y轴在平行于基板和模具的平面中彼此正交,Z轴垂直于X轴和Y轴。压印装置1包括紫外线辐射单元2、测量光学系统3、模具保持单元4、晶圆台架5和涂布单元6。压印装置1进一步包括控制单元C,控制单元C控制压印装置1的单元。

[0020] 紫外线辐射单元2向模具7辐射紫外线以便在使模具7与树脂接触的模具按压处理之后使树脂固化在晶圆8上。紫外线辐射单元2包括光源和多个光学设备(未例示说明)。所述多个光学设备用于用从光源发射的紫外线、按预定形状均匀地辐照下面描述的凹-凸图案7a。特别地,希望从紫外线辐射单元2发射的光的辐射面积(辐射范围)等于或略大于凹-凸图案7a的表面积。这是通过使被辐照面积最小化来防止模具7或晶圆8由于辐射产生的热量而膨胀并且防止转印到树脂的图案的位置偏差和畸变的发生。另外,这将防止由于被晶圆8反射的紫外线到达涂布单元6以使在涂布单元6的喷出部分中剩余的树脂固化这一事实而导致在下面描述的涂布单元6的操作中发生异常。作为光源,可以使用例如高压汞灯、各种类型的准分子灯、准分子激光器或发光二极管(LED)。光源是根据作为光接收材料的树脂的特性适当地选择的;然而,光源的类型、数量和波长是没有限制的。

[0021] 模具7是在面对晶圆8的表面上具有三维预定图案(例如,凹-凸图案7a,诸如电路图案)的模具。模具7的材料例子包括允许紫外线通过的石英。

[0022] 模具保持单元4通过真空吸力或静电力来吸引并且保持模具7。尽管未例示说明,但是模具保持单元4包括模具卡盘和模具驱动机构,该模具驱动机构在Z轴方向上驱动模具卡盘以便将模具7压在涂布在晶圆8上的紫外线固化树脂上。模具保持单元4可以进一步包括模具倍率校正机构,该模具倍率校正机构使模具在X轴方向和Y轴方向上变形以校正将被

转印到树脂的图案的畸变。尽管在压印装置1中按压模具并且松开模具的操作可以通过如上所述在Z轴方向上移动模具7来实现,但是该操作可以通过例如在Z轴方向上移动晶圆台架5(晶圆8)或者移动模具7和晶圆台架5这二者来实现。

[0023] 晶圆台架5是通过例如真空抽吸来保持晶圆8以便使其在XY平面中可移动的基板保持单元。例如,晶圆8是由多晶硅制成的处理物体,将被处理的表面被涂布将被模具7成形的紫外线固化树脂(以下,简称为“树脂”)。

[0024] 压印装置1进一步包括测量光学系统(或检测设备)3,该测量光学系统3对模具7和晶圆8的相对对齐执行测量。测量光学系统3是光学地检测分别提供在模具7和晶圆8上的对齐标记10和11以测量它们的相对位置的光学系统。测量光学系统3是以其光轴变为垂直于模具7或晶圆8这样的方式设置的。此外,测量光学系统3被配置为基于模具7或晶圆8上提供的标记的位置、在X轴方向和Y轴方向上被驱动。而且,测量光学系统3被配置为在Z轴方向上被驱动以便使光学系统聚焦在标记的位置上。控制单元C基于由测量光学系统3测得的模具和晶圆的相对位置的信息(检测设备的检测结果)来控制晶圆台架5和倍率校正机构的驱动。下面详细地描述测量光学系统3以及对齐标记10和11。

[0025] 涂布单元6用树脂(未固化的树脂)9涂布晶圆8。树脂9是具有通过紫外线辐照而固化的性质的光固化树脂,并且是根据半导体设备的类型或其他特性适当地选择的。涂布单元6可以不如图2所示那样设在压印装置1的内部,涂布装置可以在压印装置1的外部分开准备,事先被涂布装置涂布树脂的晶圆8可以被引入到压印装置1中。该配置消除了压印装置1内部的涂布步骤,这使得可以使压印装置1进行的处理加速。此外,因为涂布单元6变为不必要,所以可以抑制整个压印装置1的制造成本。

[0026] 接着,将描述压印装置1执行的压印处理。首先,通过基板传送单元(未例示说明)将晶圆8传送到晶圆台架5,并且将晶圆8放置在晶圆台架5上并固定到晶圆台架5。随后,将晶圆台架5移动到涂布单元6的涂布位置,涂布单元6然后在涂布步骤中用树脂(未固化的树脂)9涂布晶圆8的预定射击(shot)区域(压印区域)。接着,移动晶圆台架5以使得晶圆8的被涂布表面位于模具7的正下方。其后,驱动模具驱动机构以将模具7按压到晶圆8上的树脂9(模具按压步骤)。此时,树脂9通过模具7的按压而沿着模具7中形成的凹-凸图案7a流动。此外,在这种状态下,测量光学系统3检测分别提供在模具7和晶圆8上的对齐标记10和11。控制单元C基于检测结果,驱动晶圆台架5以使模具7的按压表面和晶圆8的被涂布表面对齐,通过倍率校正机构执行模具7的倍率校正。当树脂9充分地流到凹-凸图案7a中时,模具7和晶圆8充分对齐,并且模具7的倍率校正被充分执行,紫外线辐射单元2在固化步骤中向模具7的后表面(顶表面)辐射紫外线。树脂9被通过模具7的紫外线固化。此时,测量光学系统3被撤退以便不阻挡紫外线的光路。随后,再次驱动模具驱动机构以使模具7从晶圆8松开(模具松开步骤)。结果,模具7的凹-凸图案7a被转印到晶圆8。

[0027] 接着,描述测量光学系统3以及分别提供在模具7和晶圆8上的对齐标记10和11的细节。图3是例示说明根据本示例性实施例的测量光学系统3的配置的例子的示图。测量光学系统3包括检测光学系统21和照明光学系统22。照明光学系统22通过使用棱镜24和其他光学元件将来自对齐光源23的光引导到与检测光学系统21的光轴相同的光轴,并且照射对齐标记10和11。例如,卤素灯、LED、半导体激光器(LD)、高压汞灯或金属卤化物灯用于对齐光源23。对齐光源23辐照可见光,可见光不包括使抗蚀剂固化的紫外线或红外线。检测光学

系统21和照明光学系统22共享它们的光学组件的一部分,棱镜24设置在检测光学系统21和照明光学系统22中的每个的光瞳平面上或附近。对齐标记10和11中的每个均由衍射光栅形成。检测光学系统21在成像设备25上形成由于来自被照明光学系统22照射的对齐标记10和11的衍射光的干涉而产生的干涉图案(摩尔图案)的像。作为成像设备25,使用电荷耦合设备(CCD)传感器或互补金属-氧化物半导体(CMOS)传感器。因为干涉图案(摩尔图案)是由被模具7和晶圆8上的对齐标记(衍射光栅)衍射的衍射光产生的,所以所获得的摩尔图案的光量根据模具7和晶圆8的衍射光栅的衍射效率而变化。特别地,因为衍射效率基于波长而变化,所以存在摩尔图案在其下可高效检测的波长和摩尔图案在其下不可高效检测的波长。摩尔图案在其下难以被检测的波长的光可能变为噪声。

[0028] 棱镜24在接合面上包括反射膜24a(光导部分,也被称为外围部分24a),该反射膜24a将照明光学系统22的光瞳平面附近的光反射和引导到衍射光栅。在图3所示的配置中,照射衍射光栅的光由棱镜24的反射膜24a形成。

[0029] 此外,反射膜24a还用作孔径光阑,该孔径光阑指定检测光学系统21的光瞳的大小 NA_o (检测数值孔径(NA)),并且将已经通过反射膜24a内部靠近光轴的中心部分的衍射光引导到成像设备25。棱镜24可以是在接合面上包括半透明膜的半棱镜,或者可以是在表面上包括反射膜的板状光学设备,而限于棱镜。此外,图3中的棱镜24的外围部分24a(即,与反射膜24a相对应的部分)可以用作透射部分(光引导部分),中心部分可以用作反射部分,并且对齐光源23和成像设备25的位置可以反过来。在该配置中,已经通过棱镜24的外围部分24a上的透射部分的光被引导到衍射光栅,来自衍射光栅的衍射光被反射部分反射,反射光被成像设备25接收。通过这些配置,来自对齐光源23的照明光100和照明光101在XZ平面上从倾斜方向照射对齐标记10和11,从其产生的衍射光102被带入检测区域 NA_o 以用于信号检测。照明光100和照明光101在XZ平面上相对于照明光学系统22的光轴103设置在彼此相对的、优选地对称地相对的侧。

[0030] 根据本示例性实施例的孔径光阑可能不一定设置在棱镜24中。例如,如图4所示,检测光学系统21和照明光学系统22可以在各自的光瞳平面上分别包括孔径光阑26和27。在该配置中,例如,在接合面上包括半透明膜的半棱镜用于棱镜24。此外,孔径光阑可以不设置在检测光学系统21和照明光学系统22的各自的光瞳平面上或附近,只要孔径光阑可以形成各自的光瞳平面的光强度分布即可。

[0031] 参照图5A至5F来描述来自对齐标记10和11的衍射光产生摩尔图案的原理和使用摩尔图案检测对齐标记10(模具7)和对齐标记11(晶圆8)的相对位置的方法。如图5A和5B所示,作为模具7上的对齐标记10提供的衍射光栅(第一衍射光栅)41和作为晶圆8上的对齐标记11提供的衍射光栅(第二衍射光栅)42中的每个都是在X方向上具有周期的一维衍射光栅。所述一维衍射光栅包括一维图案,在该一维图案中,大量直线(不规则或反射膜)周期性地平行地布置在一个方向(第一方向)上。第一衍射光栅41和第二衍射光栅42在图案(光栅)在周期方向(图案重复方向)上的周期方面略有不同。当在光栅的周期方面不同的两个衍射光栅彼此重叠时,所谓的摩尔图案(其是具有反映衍射光栅之间的周期差异的周期的图案)由来自这两个衍射光栅的衍射光的干涉产生。此时,基于衍射光栅41和42的相对位置来改变摩尔图案的相位。因此,可以通过检测摩尔图案来确定对齐标记10和对齐标记11的相对位置,即,模具7和晶圆8的相对位置。当衍射光栅41和衍射光栅42在周期方向上的相对位置

改变时,摩尔图案在X方向上移动。

[0032] 更具体地说,当在周期方面略有不同的衍射光栅41和衍射光栅42彼此重叠时,来自衍射光栅41的衍射光和来自衍射光栅42的衍射光彼此重合,并且具有反映衍射光栅41和衍射光栅42的周期差异的周期的摩尔图案如图5C所示相应地产生。如上所述,摩尔图案的黑暗位置和明亮位置(图案的相位)基于衍射光栅41和衍射光栅42的相对位置而改变。例如,当在X方向上移动衍射光栅41和42中的一个时,图5C所示的摩尔图案变为图5D所示的摩尔图案。图5C和图5D每个例示说明成像设备25获取的摩尔图案的像,图5E和图5F例示说明与各自的像相对应的摩尔图案的信号。在图5E和图5F中,水平轴指示X坐标,垂直轴指示信号强度。摩尔图案是通过扩大衍射光栅41和衍射光栅42之间的实际位置偏差量而作为具有比衍射光栅的周期大的周期的图案产生的。因此,即使检测光学系统21的分辨能力低,也可以以高准确度测量衍射光栅41和衍射光栅42的相对位置。

[0033] 考虑从两个倾斜方向照射衍射光栅41和42并且在暗场中仅检测衍射光以便检测这样的摩尔图案的情况。图6是例示说明测量光学系统3的照明光学系统22形成的照明光的光瞳强度分布(第一极IL1和第二极IL2)和检测光学系统21的数值孔径 NA_o 之间的关系的示图。第一极IL1形成照明光100(参见图3和4),第二极IL2形成照明光101(参见图3和4)。在这种情况下,在照明光学系统22的光瞳平面上的光强度分布中具有比其周围环境的光强度高的光强度的区域被称为极。来自第一极IL1的照明光100被辐照到衍射光栅41和42(衍射光栅41和42每个在X方向上都具有周期性),这在XZ平面中、在预定方向上产生衍射光。此时,没有被衍射光栅41和42衍射的反射光的分量(所谓的第0级衍射光)不返回到检测区域 NA_o ,这实现了暗场检测。此外,被衍射光栅41和42在XZ平面中衍射的、在周期方面略有不同的光入射检测光学系统21的光瞳上的检测区域 NA_o 同时包括关于这两个衍射光栅在X方向上的相对位置的信息,并且被成像设备25检测。来自第二极IL2的照明光类似地实现暗场检测。被在周期方面略有不同的衍射光栅41和42在XZ平面中衍射的光入射检测光学系统21的光瞳上的检测区域 NA_o ,并且被成像设备25检测。照明光100和照明光101在XZ平面上相对于光轴103(参见图3和4)布置在彼此相对的、优选地对称地相对的侧。合成由照明光的两个光线形成的摩尔图案,并且对合成的摩尔图案进行测量。这使得可以以高准确度确定衍射光栅41和42的相对位置。

[0034] 对齐标记10和11在Z方向上的位置以及对齐标记10和11之间的距离理想地保持不变;然而,位置和距离实际上是略有变化的。此时,当用来自第一极IL1和第二极IL2中的一个的照射测量摩尔图案时,测量结果根据Z方向上对齐标记10和11之间的距离以及对齐标记10和11的位置而改变。如果Z方向上对齐标记10和11之间的距离以及对齐标记10和11的位置改变,则照明光被对齐标记中的每个反射或衍射的位置在周期方向上移位,这使摩尔图案在周期方向上移位。然而,由来自第一极IL1的照明光形成的摩尔图案和由来自第二极IL2的照明光形成的摩尔图案相对于Z方向上对齐标记10和11之间的距离以及对齐标记10和11的位置的变化而在相反的方向上移位。因此,在本示例性实施例中,第一极IL1和第二极IL2相对于光轴布置在彼此相对的、优选地对称地相对的侧。这使摩尔图案的移位减小,并且使对齐标记的相对位置的测量误差相对于Z方向上对齐标记之间的距离的变化而言减小。在第一极IL1和第二极IL2相对于光轴对称布置的情况下,摩尔图案在相反的方向上移位相同的移位量。因此,移位量取消,并且测量误差不会发生。尽管第一极IL1和第二极IL2

的中心位置在图6中位于X轴上,但是中心位置可以从X轴上移到Y方向上,只要包含从X轴方向照射的照明光的分量即可。

[0035] 图1A和图1B分别例示说明被衍射光栅衍射的、来自第一极IL1的光和来自第二级IL2的光的路径的例子。当衍射光栅41的衍射的衍射级用变量 m 表示、并且对齐标记(衍射光栅)10的衍射的衍射级用变量 n 表示时,通过对齐标记(衍射光栅)10和11的连续衍射产生的合成衍射光用衍射级的组合 (m,n) 来表达。变量 m 和 n 是整数。

[0036] 来自第一极IL1的照明光100通过模具7上的对齐标记10(衍射光栅41),并且照射晶圆8上的对齐标记11(衍射光栅42)。衍射光栅42是反射型的,衍射光由衍射光栅42在相应的衍射级 m_1 和 m_2 所指定的方向上产生。每个衍射光照射衍射光栅41的底表面,并且衍射光相应地由衍射光栅41在相应的衍射级 n_1 和 n_2 所指定的方向上产生。被所述两个对齐标记衍射的光作为级别的组合 $(m,n) = (m_1,n_1)$ 所指定的合成衍射光110和级别的组合 $(m,n) = (m_2,n_2)$ 所指定的合成衍射光111朝向检测光学系统21行进。合成衍射光110和合成衍射光111被引导到检测光学系统21的光瞳中,即,数值孔径NAo中,并且彼此干涉以形成摩尔图案。为了适当地通过成像设备25观察摩尔图案,有必要适当地设置衍射光栅40和41中的每个的间距和照明光100的照射角度、并且适当地选择衍射级第 m_1 级、第 m_2 级、第 n_1 级和第 n_2 级(整数)。下面描述设置和选择的特定例子。

[0037] 来自第二极IL2的照明光101相对于照明光学系统22的光轴103从与照明光100相反的一侧(相反的方向)照射对齐标记10和11。摩尔图案由通过两个对齐标记10和11进行衍射而产生的合成衍射光112和合成衍射光113之间的干涉形成。在照明光100和照明光101相对于光轴对称布置的情况下,合成衍射光112是由级别的组合 $(m,n) = (-m_1,-n_1)$ 指定的,合成衍射光113是由级别的组合 $(m,n) = (-m_2,-n_2)$ 指定的。此时,对于照明光100和照明光101共同地,当朝向图的表面看时,在纸张表面上,对于第 n 级光来说,左侧(一侧)的衍射级的符号是正的,右侧(另一侧)的符号是负的。符号在图1A和1B以及后面的图中被类似地例示说明。

[0038] 因为照明光100和照明光101彼此不相干(相干性低),所以所述两个摩尔图案在成像设备25上强度彼此相加,并且被检测为一个摩尔图案。

[0039] 当模具7上的对齐标记10(衍射光栅41)的间距用 P_1 表示、晶圆8上的对齐标记11(衍射光栅42)的间距用 P_2 表示时,摩尔图案的周期用 $P_1 \times P_2 / |P_1 - P_2|$ 来表达。换句话说,相对于对齐标记10的移位量,测得的摩尔图案被放大并且移位 $P_2 / |P_1 - P_2|$ 。与用单个对齐标记10的测量相比,这使得能够以高准确度进行测量。

[0040] 考虑模具上的衍射光栅和晶圆上的衍射光栅42在Z方向(聚焦方向)上具有物理位置差(以下,被称为间隙)的情况。例如,在形成摩尔图案的两个合成衍射光110和合成衍射光111的振幅由于仅用第一极IL1照射而不同的情况下,测得的摩尔图案的位置根据模具上的衍射光栅41和晶圆上的衍射光栅42之间的间隙的量而改变。例如,在光的入射角为八度、模具上的衍射光栅41和晶圆上的衍射光栅42之间的间隙的量为100nm的情况下,产生14nm的位置误差。特别地,在制造其中模具上的衍射光栅41和晶圆上的衍射光栅42之间的间隙的量的大的设备的情况下,或者在具有大的折射率的材料被用在模具和晶圆之间的情况下,由所述间隙的量引起的测量误差变得不可容忍。

[0041] 因此,为了减小由模具上的衍射光栅41和晶圆上的衍射光栅42之间的间隙引起的

测量误差,在本示例性实施例中,用来自第一极和第二极的两个方向的照明光来照射衍射光栅41和42。通过来自第一极和第二极的照射形成的摩尔图案以在相反的方向上移位的状态形成。因为由这些极形成的摩尔图案被合成并且被检测,所以即使对比度降低,也检测不到移位。这使得可以减小由模具上的衍射光栅41和晶圆上的衍射光栅42之间的间隙引起的误差。换句话说,当比较用仅来自第一极的光的照射与用来自第一极和第二极的光的照射时,就所形成的摩尔图案的移位量而言,用来自两个极的光的照射是更有利的。

[0042] 虽然上面已经描述了在X方向上具有周期性的衍射光栅,但是可以添加并且使用在Y方向上具有周期性的衍射光栅。作为照明光,使用如图7所示的照明光。图7是例示说明照明光学系统22的光瞳平面上的光强度分布(极IL1至IL4)和检测光学系统21的检测区域NAo之间的关系的示图。除了极IL1和极IL2之外,布置在Y方向上的极IL3和IL4也被添加到图7中的照明光。极IL1和IL2从沿着X方向的倾斜方向照射衍射光栅41和42,极IL3和IL4从沿着Y方向的倾斜方向照射衍射光栅41和42。换句话说,衍射光栅41和42可以被从X方向和Y方向这两个方向倾斜地入射的照明光照射。结果,可以通过来自Y方向的照射(极IL3和IL4)测量模具上的对齐标记10在Y方向上和晶圆上的对齐标记11在Y方向上的相对位置。此时,在X方向上具有周期的一维衍射光栅和在Y方向上具有周期的一维衍射光栅设置在成像设备25可检测的范围内。此外,由用图7中的照明光照射的衍射光栅41和42形成的摩尔图案被成像,这使得能够通过执行成像一次来测量X方向和Y方向上的相对位置。这使得可以缩短在X方向和Y方向这两个方向上进行测量所需的时间。此时,来自非测量方向(就X方向上的衍射光栅来说是极IL3和IL4,就Y方向上的衍射光栅来说是极IL1和IL2)的光在检测光学系统21的数值孔径NAo中没有被检测到。因此,光不被检测为杂散光,并且不影响测量准确度。

[0043] 在照明光学系统22的光瞳平面上的光强度分布中,具有比其周围环境的光强度高的光强度的区域被认为是极;然而,光可以存在于极之间。此外,光强度分布可以具有环形形状(环形照明)。在这种情况下,光强度的两个峰(极)形成在X方向和Y方向中的每个方向上。因此,照明光学系统可以甚至使用环形照明来在非测量方向上辐照具有多个极的光。另外,作为在照明光学系统22的光瞳平面上形成光强度分布的单元,除了上述孔径光阑之外,可以使用使光通量变形的光学构件,诸如衍射光学设备、全息图、纤维和棱镜。

[0044] 压印装置1的控制单元获取以上述方式检测到的摩尔图案的数据,并且基于摩尔图案的所获取的数据来确定模具上的对齐标记10和晶圆上的对齐标记11的相对位置。此外,控制单元基于确定的相对位置来控制模具和晶圆在X方向和Y方向上的相对位置、模具的形状以及晶圆的射击形状。通过驱动晶圆台架和模具台架来控制模具和晶圆的相对位置。为了使模具变形,可以使用向模具的侧表面施加压力的机构。可以通过辐照光对晶圆进行加热来使晶圆的射击形状变形。

[0045] 在模具和晶圆的相对位置、模具形状以及晶圆的射击形状被控制之后,重复测量相对位置的处理。这使得可以以高准确度调整模具和晶圆的位置和形状。

[0046] 如上所述,根据本示例性实施例,可以通过用来自相对于光轴彼此相反的两个方向的照明光照射一维衍射光栅并且检测摩尔图案来减小摩尔图案的侧向移位并且改进测量准确度。

[0047] 描述衍射光栅41和42的特定例子。模具7上的衍射光栅41的间距P1被设置为 $5.2\mu\text{m}$,晶圆8上的衍射光栅42的间距P2被设置为 $4.2\mu\text{m}$ 。就照明光100来说,由 $(m,n) = (0,1)$ 和

$(m, n) = (1, 0)$ 所指定的合成衍射光的两个光线的干涉形成的摩尔图案的周期变为 $P1 \times P2 / (P1 - P2) = 21.84 \mu\text{m}$ 。同样地, 就照明光101来说, 由 $(m, n) = (0, -1)$ 和 $(m, n) = (-1, 0)$ 所指定的合成衍射光的两个光线的干涉形成的摩尔图案的周期也变为 $P1 \times P2 / (P1 - P2) = 21.84 \mu\text{m}$ 。此时, 如果晶圆上的衍射光栅42移位 $1 \mu\text{m}$, 则摩尔图案移位 $5.2 \mu\text{m}$ 。因此, 晶圆上的衍射光栅42的位置偏差量可以以5.2倍的准确度测得。

[0048] 检测光学系统21的数值孔径NA被设置为0.07, 照明光学系统22的光瞳强度分布(极IL1至IL4)的照明光入射角被设置为8.6度(对应于0.15的NA), 照明光的波长 λ 被设置为 $0.7 \mu\text{m}$ 。在这样的条件下, $(m, n) = (0, 0)$ 所指定的第0级衍射光没有被检测到, 因为光被辐照到检测光学系统21的检测孔径的外部。已经被晶圆在第0级反射并且已经在模具侧在第 ± 1 级衍射的光, 即, $(m, n) = (0, \pm 1)$ 所指定的合成衍射光, 落在数值孔径NA=0.07的范围内, 并且被引到检测光学系统21。此外, 已经被晶圆上的衍射光栅42在第 ± 1 级衍射并且已经通过模具上的衍射光栅41的光, 即, $(m, n) = (\pm 1, 0)$ 所指定的合成衍射光, 也落在数值孔径NA=0.07内, 并且被引到检测光学系统21。换句话说, 当使用上述参数时, 图1A和1B所示的合成衍射光110、合成衍射光111、合成衍射光112和合成衍射光113全都被引导到检测光学系统21, 并且对摩尔图案的形成做出贡献。

[0049] 在该例子中, 照明光的波长 λ 被设置为 $0.7 \mu\text{m}$; 然而, 波长可以在检测光学系统21的检测区域NAo可检测的范围内变化, 或者可以使用宽波长。此外, 在上述示例性实施例中, 衍射光的衍射级限于 $-1 \leq m$ 和 $n \leq 1$ 的范围。然而, 即使当级m和n为第 ± 2 级和第 ± 3 级或更高级时, 也可以产生摩尔图案, 只要衍射级的组合 (m, n) 所指定的合成衍射光被带入检测光学系统21的检测区域NAo中即可。然而, 因为衍射光的振幅一般随着衍射级变高而减小, 所以摩尔图案的信号不能被成像设备25检测到。

[0050] 图8例示说明通过电磁场分析获得的摩尔图案的波形。水平轴指示图案的位置, 垂直轴指示在成像设备25上获得的光的亮度。在这种情况下, 使用具有等于摩尔图案的两个周期的长度的衍射光栅来执行计算。从图8发现, 产生正弦波形状的摩尔图案。另外, 相对于摩尔图案产生了固定值的偏置。这是因为 $(m, n) = (0, 1)$ 所指定的合成衍射光的光强度(检测到的信号的振幅)和 $(m, n) = (1, 0)$ 所指定的合成衍射光的光强度是彼此不同的。因为模具上的衍射光栅41的衍射效率(取决于级m)和晶圆上的衍射光栅42的衍射效率(取决于级n)是彼此不同的, 所以从这两个效率的合成提供的合成衍射效率是不平衡的, 这引起偏置。衍射效率是由衍射图案的形状和材料的差异引起的, 而且还根据波长而变化。这是因为材料的反射率取决于波长。尽管偏置不是优选的, 但是可以以高准确度执行测量, 只要获得足够的对比度即可。

[0051] 为了减小偏置分量, 来自对齐光源23的光的波长被选择为使得形成摩尔图案的合成衍射光的光强度(检测到的信号的振幅)是彼此相等的。作为在激光器用作对齐光源23的情况下选择波长的方法, 用分束器合成波长彼此不同的多个激光, 并且可以开启具有所需波长的激光器, 或者可以调整每个激光器的输出强度。此外, 在对齐光源23是宽光源(诸如卤素灯、金属卤化物灯和LED)的情况下, 仅允许具有特定波长的光通过或者具有特定波长的光被波长截止滤光器反射以照射衍射光栅。

[0052] 使形成摩尔图案的合成衍射光的振幅彼此相等的方法包括对衍射光栅的图案进行分割。分割指示在衍射光栅图案的具有与一个正常的凸形部分相对应的几个微米宽度的

一部分中、按大约10nm至大约500nm的周期形成多个凹-凸图案(以下,被称为经分割的部分)。如图11A所示,周期性凹-凸图案一般设在衍射光栅中,彼此相邻的凸形部分51和52之间的距离被表达为衍射光栅的周期(间距) P 。图11B是分割的衍射光栅的放大截面图。如图11B所示,微小的凹-凸图案进一步设在与凸形部分51和52相对应的部分中,这些部分被称为经分割的部分53和54。经分割的部分53和54之间的距离对应于衍射光栅的周期 P ,具有小于周期 P 的周期(间距) P_1 的微小的凹-凸图案设在经分割的部分中的每个中。正常的衍射光栅图案的分割使高级别衍射光产生,这使衍射效率降低。因此,对具有高衍射效率的衍射光栅图案进行分割以使预定级别的衍射光的衍射效率降低,这使得可以调整合成衍射光的每个光线的光强度。

[0053] 此外,可以通过改变衍射光栅的凹-凸图案的占空比(凸形部分的宽度与凹形部分的宽度之比)来调整合成衍射光的每个光线的光强度。

[0054] 接着,参照图9A和9B来描述第二示例性实施例。根据本示例性实施例的设备可以被用在包括与第一示例性实施例(图2至图4)相同的配置的装置中。图9A和9B每个例示说明根据第二示例性实施例的照明光和合成衍射光的行为。照明光100和照明光101通过模具7上的对齐标记10(衍射光栅41),并且被晶圆8上的对齐标记11(衍射光栅42)反射和按衍射级 m 衍射。以上述方式反射的衍射光被模具7上的衍射光栅41按第 n 级衍射,并且入射检测光学系统21的数值孔径 NA_o 。衍射级 m 和 n 以及符号的定义类似于上述示例性实施例和例子中所用的定义。在图9A和9B中,只例示说明了由来自第一极IL1的照明光100和来自第二极IL2的照明光101产生的合成衍射光的光线之中的、入射检测光学系统21以对摩尔图案的形成做出贡献的光的分量。合成衍射光120由 $(m,n)=(0,1)$ 指定,合成衍射光121由 $(m,n)=(2,-1)$ 指定,合成衍射光120和合成衍射光121通过干涉形成第一摩尔图案。合成衍射光122由 $(m,n)=(0,-1)$ 指定,合成衍射光123由 $(m,n)=(-2,1)$ 指定,合成衍射光122和合成衍射光123通过干涉形成第二摩尔图案。第一摩尔图案和第二摩尔图案每个都包括相同的周期,摩尔图案信号是通过第一摩尔图案和第二摩尔图案的相加获得的,模具7上的对齐标记10和晶圆8上的对齐标记11的相对位置可以被相应地测量。

[0055] 作为晶圆8上的衍射光栅42的图案,抑制 m =第 ± 1 级的衍射效率并且提高 m =第 ± 2 级的衍射效率的图案是希望使用的,因为 m =第 ± 2 级的衍射光是与 m =第0级的衍射光一起使用的。通过具有使晶圆8上的衍射光栅42的第 ± 1 级衍射光以与 m =第 ± 2 级相对应的衍射角度衍射的间距的图案,这是可简单地实现的。这样,可以抑制如图8所示的偏置分量。

[0056] 作为照射条件,图6和图7所示的测量光学系统3的照明光学系统22的光瞳强度分布是可以与第一示例性实施例一样地使用的。第二示例性实施例与第一示例性实施例的不同之处在于,在第二示例性实施例中,在晶圆侧使用 m =第0级和 m =第 ± 2 级的衍射光来代替第一示例性实施例中的晶圆侧的 m =第0级和 m =第 ± 1 级的衍射光。因此,当模具7上的对齐标记10(衍射光栅41)的间距用 P_1 表示、晶圆8上的对齐标记11(衍射光栅42)的间距用 P_2 表示时,摩尔图案的周期用 $P_1 \times P_2 / (2 \times |P_1 - P_2|)$ 来表达。因此,相对于对齐标记10的移位量,摩尔图案被放大并且移位 $P_2 / (2 \times |P_1 - P_2|)$ 。与第一示例性实施例相比,放大倍率变为 $1/2$,而具有短周期的摩尔图案被形成。

[0057] 当晶圆上的衍射光栅图案的形状包括误差(例如,图案塌陷、图案边缘的缺口)时,在所形成的摩尔图案上出现畸变。因此,如果摩尔图案的周期数量少,则摩尔图案受衍射光

栅图案的形状的误差的影响大。当可以形成具有短周期的摩尔图案时,可以在相同的图案区域中形成具有大量周期的摩尔图案。这对于减小晶圆上的衍射光栅图案的形状的误差是有利的。

[0058] 提高 $m = \pm 2$ 级的衍射光的强度的方法包括对衍射光栅图案进行分割。为了提高第 m 级衍射光的强度,衍射光栅图案的周期被设置为 $1/m$ (m 是整数)。换句话说,在衍射光栅图案中形成 $P2' = P2/m$ 图案。例如,在衍射光栅图案中形成 $P2' = P2/2$ 图案使得可以提高 $m = \pm 2$ 级的衍射光的强度(振幅)。

[0059] 描述根据第二示例性实施例的特定配置。模具7上的衍射光栅41的间距 $P1$ 被设置为 $5.2\mu\text{m}$,晶圆8上的衍射光栅42的间距 $P2$ 被设置为 $4.6\mu\text{m}$ 。由 $(m,n) = (2,-1)$ 所指定的衍射光和 $(m,n) = (0,1)$ 所指定的衍射光形成的摩尔图案的周期变为 $P1 \times P2 / (2 \times |P1 - P2|) = 19.93\mu\text{m}$ 。在这种情况下,如果晶圆上的衍射光栅移位 $1\mu\text{m}$,则摩尔图案移位 $8.7\mu\text{m}$ 。因此,晶圆上的衍射光栅的位置偏差量可以以8.7倍的准确度测得。

[0060] 尽管衍射光栅42的间距 $P2$ 被设置为 $4.6\mu\text{m}$,但是在本示例性实施例中,为了提高 $m = \pm 2$ 级衍射光的衍射效率,实际上使用具有间距 $P2' = P2/2 = 2.3\mu\text{m}$ 的衍射光栅图案。

[0061] 检测光学系统21的数值孔径 NA 被设置为0.07,照明光学系统22的光瞳强度分布(极IL1至IL4)的照明光入射角被设置为8.6度,照明光的波长 λ 被设置为 $0.7\mu\text{m}$ 。在这样的条件下, $(m,n) = (0,0)$ 所指定的第0级衍射光被辐照到检测光学系统21的检测区域的外部,并且没有被检测到。另一方面,图9A和9B所示的合成衍射光120、合成衍射光121、合成衍射光122和合成衍射光123全都被引导到检测光学系统21,并且对摩尔图案的形成做出贡献。

[0062] 接着,参照图10A和10B来描述第三示例性实施例。根据本示例性实施例的设备适用于包括与第一示例性实施例(图2至图4)相同的配置的装置。图10A和10B每个例示说明根据第三示例性实施例的照明光和合成衍射光的行为。照明光100和照明光101的光线通过模具7上的衍射光栅41,被晶圆8上的衍射光栅42按衍射级 m 反射的光被模具7上的衍射光栅41按第 n 级衍射,衍射光入射检测光学系统21的检测区域 NAo 。在图10A和10B中,只例示说明了由来自第一极IL1的照明光100和来自第二极IL2的照明光101产生的合成衍射光的光线之中的、入射检测光学系统21以对摩尔图案的形成做出贡献的光的分量。合成衍射光130由 $(m,n) = (1,0)$ 指定,合成衍射光131由 $(m,n) = (2,-1)$ 指定,合成衍射光130和合成衍射光131通过干涉形成第一摩尔图案。合成衍射光132由 $(m,n) = (-1,0)$ 指定,合成衍射光133由 $(m,n) = (-2,1)$ 指定,合成衍射光132和合成衍射光133通过干涉形成第二摩尔图案。第一摩尔图案和第二摩尔图案每个都具有相同的周期,摩尔图案信号是通过第一摩尔图案和第二摩尔图案的相加获得的,模具7上的对齐标记10和晶圆8上的对齐标记11的相对位置可以被测量。

[0063] 当使用上述合成衍射光时,变为噪声的过多的光可以被有效地移除,因为来自晶圆上的衍射光栅的 $m = \pm 0$ 级的衍射光(直接反射光)没有被使用。这使得可以抑制检测光学系统21检测的摩尔图案的偏置分量。

[0064] 对于晶圆上的衍射光栅,使用 $m = \pm 1$ 级的衍射光和 $m = \pm 2$ 级的衍射光、或 $m = \pm 1$ 级的衍射光和 $m = \pm 2$ 级的衍射光。因此,衍射光的振幅是彼此不同的。衍射光的振幅一般随着衍射级别变高而减小。因此,提高更高级别衍射光的衍射效率的图案是希望的。提高更高级别衍射光的振幅的方法包括上述对图案进行分割。

[0065] 作为照射条件,图6和图7所示的测量光学系统3的照明光学系统22的光瞳强度分布是可以与第一示例性实施例一样地使用的。

[0066] 当模具7上的对齐标记10的间距用 $P1$ 表示、晶圆8上的对齐标记11的间距用 $P2$ 表示时,摩尔图案的周期用 $P1 \times P2 / |P1 - P2|$ 来表达。因此,相对于对齐标记10的移位量,摩尔图案被放大并且移位 $P2 / |P1 - P2|$ 。

[0067] 描述根据第三示例性实施例的特定配置。模具7上的衍射光栅41的间距 $P1$ 被设置为 $2.8\mu\text{m}$,晶圆8上的衍射光栅42的间距 $P2$ 被设置为 $3.8\mu\text{m}$ 。由 $(m,n) = (1,0)$ 和 $(m,n) = (2,-1)$ 所指定的合成衍射光的干涉形成的摩尔图案的周期变为 $P1 \times P2 / |P1 - P2| = 10.64\mu\text{m}$ 。在这种情况下,如果晶圆上的衍射光栅移位 $1\mu\text{m}$,则摩尔图案移位 $2.8\mu\text{m}$ 。因此,晶圆上的衍射光栅的位置偏差量可以以2.8倍的准确度测得。

[0068] 检测光学系统21的数值孔径 NA 被设置为0.07,照明光学系统22的光瞳强度分布(极IL1至IL4)的照明光入射角被设置为8.6度(对应于0.15的 NA),照明光的波长 λ 被设置为 $0.7\mu\text{m}$ 。在这样的条件下, $(m,n) = (0,0)$ 所指定的第0级衍射光没有被检测到,因为光被辐照到检测光学系统21的检测区域的外部。另一方面,图10A和10B所示的合成衍射光130、合成衍射光131、合成衍射光132和合成衍射光133全都被引导到检测光学系统21,并且对摩尔图案的形成做出贡献。

[0069] 作为选择衍射级的方法,除了上述三个示例性实施例中描述的那些之外,还存在各种组合。本公开广泛地适用于各种组合。

[0070] <制造物品的方法>

[0071] 接着,描述使用上述压印装置制造物品(例如,半导体集成电路(IC)设备、液晶显示设备、滤色器和微电机系统(MEMS))的方法。首先,通过上述压印装置使模具与基板(例如,晶圆或玻璃基板)上的压印材料接触,使基板和模具对齐,并且使压印材料固化。此外,通过使用固化的压印材料的图案作为掩膜来执行蚀刻,并且执行众所周知的得到物品的其他处理。众所周知的其他处理包括压印材料的剥落、切片、接合和包装。根据本制造方法,可以制造具有比用现有的制造方法制造的物品高的质量的物品。

[0072] 如上所述,根据示例性实施例,可以以高准确度检测由多个衍射光栅形成的摩尔图案。尽管已经描述了具有凹-凸图案的模具,但是不设有凹-凸图案的薄板状模具也是可用的。薄板状模具被用在用模具按压基板上的组成物以使该组成物平坦化的模制装置(平坦化装置)中。在使用平坦化装置的情况下,使板状模具与组成物接触,使组成物固化,并且从组成物松开模具以使组成物平坦化。此外,在包括平坦化的组成物的基板上形成图案以从设有图案的基板制造物品。

[0073] 虽然已经参照示例性实施例描述了本公开,但是要理解本公开不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围要被给予最广泛的解释以便包含所有的这样的修改以及等同的结构和功能。

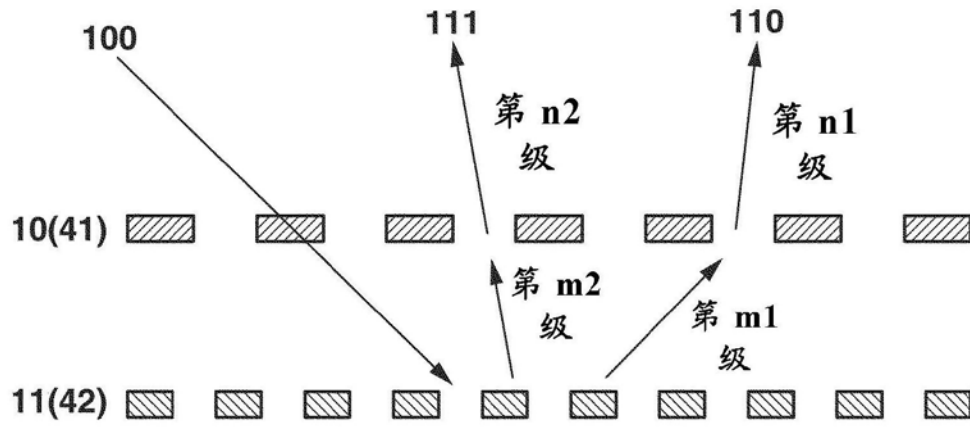


图1A

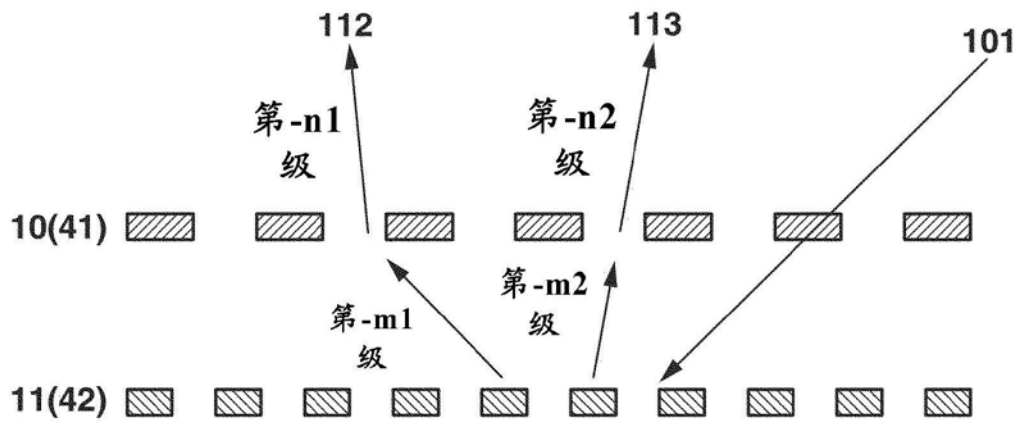


图1B

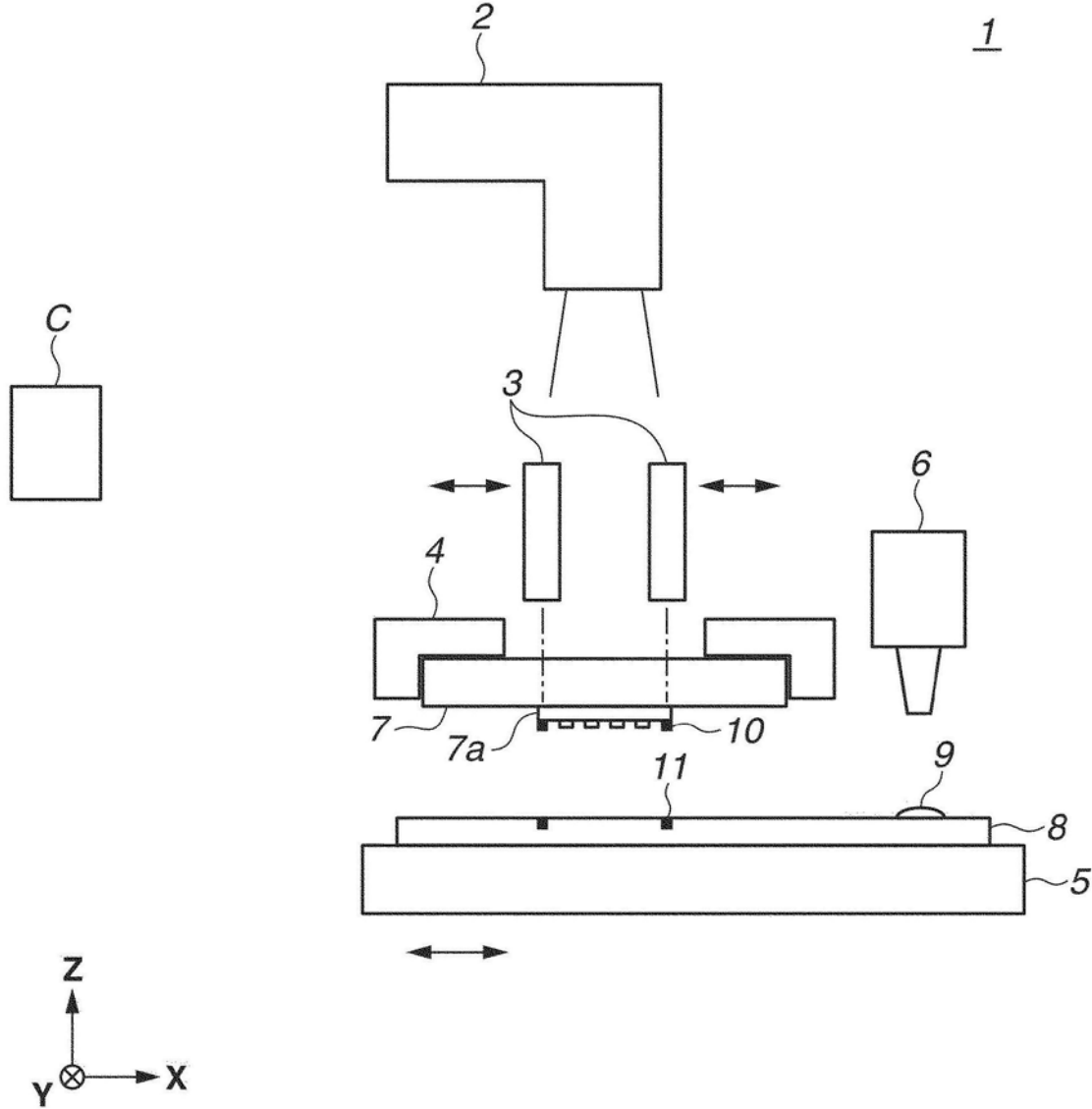


图2

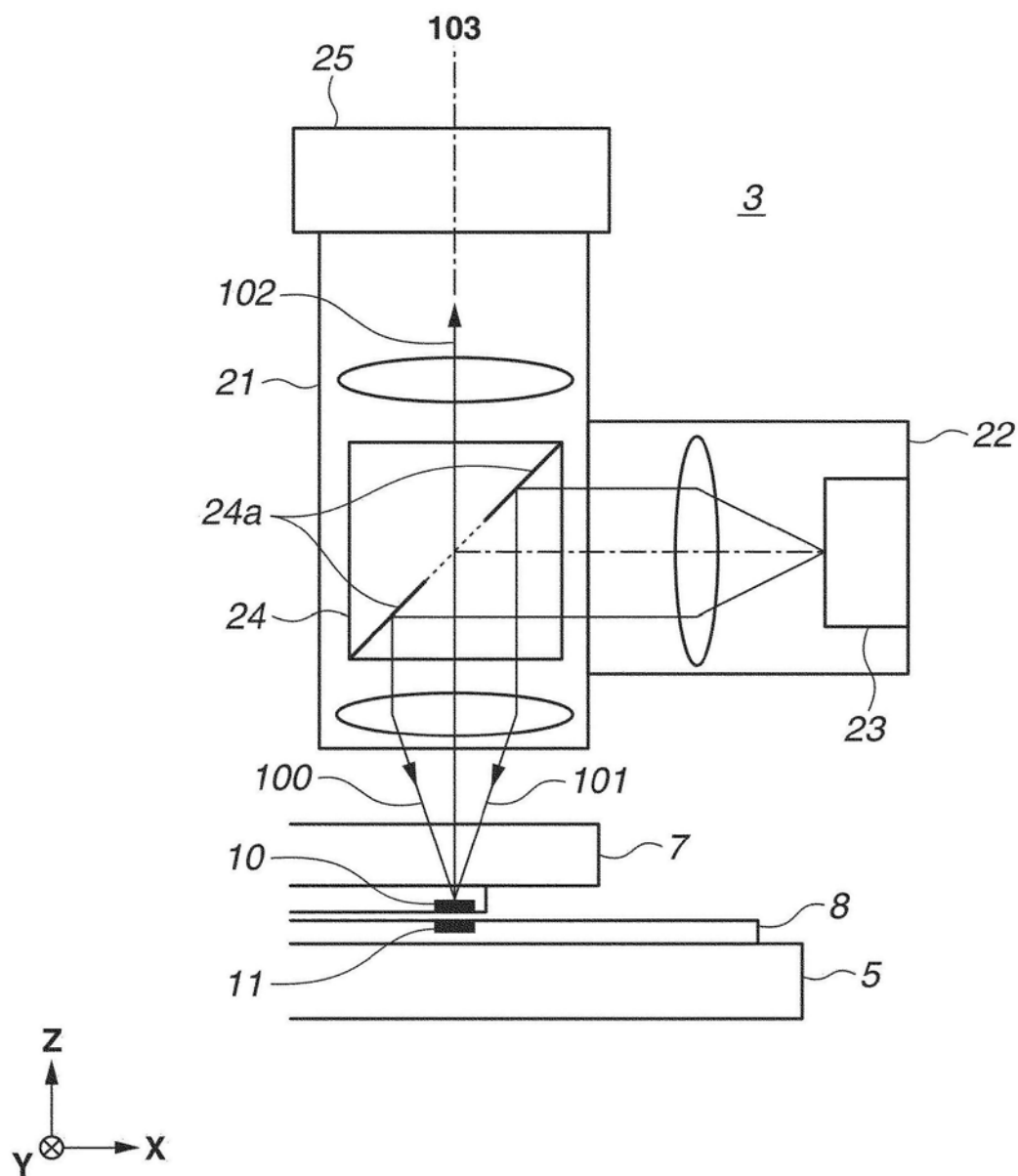


图3

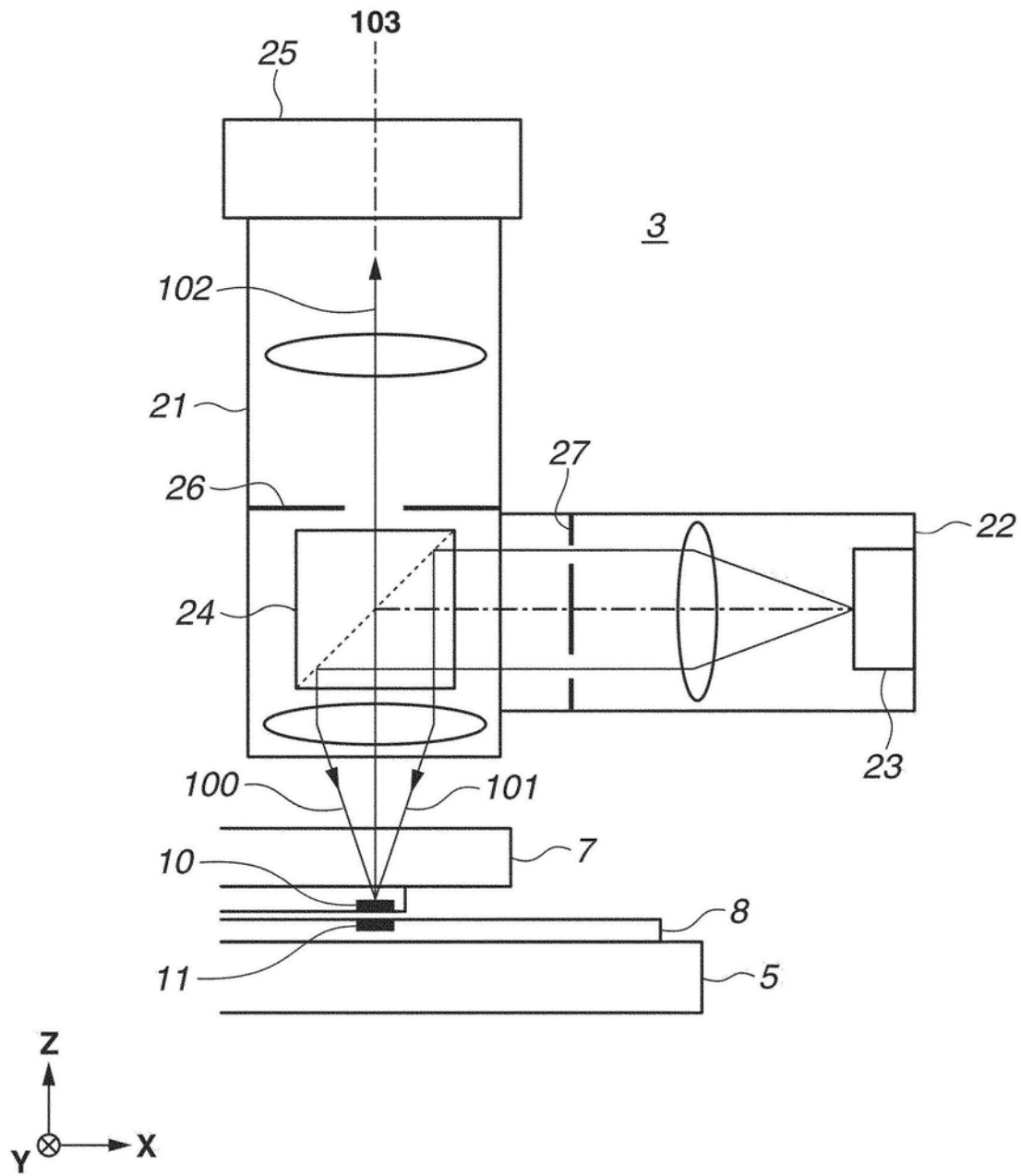
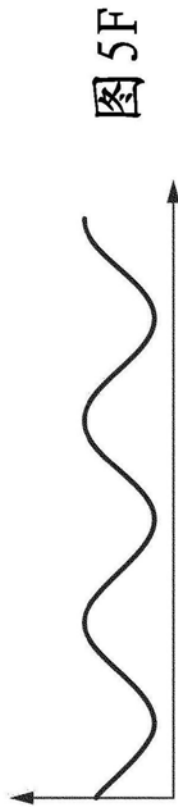
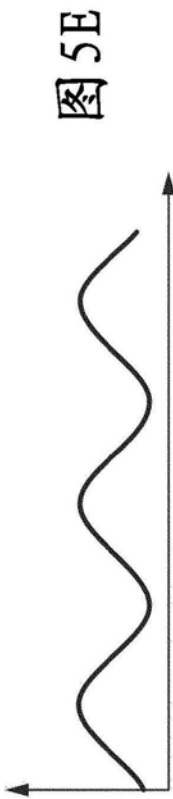
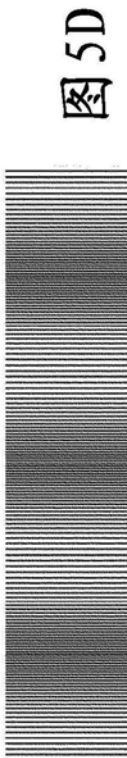
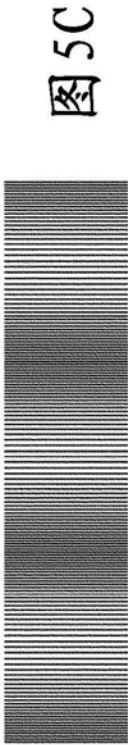
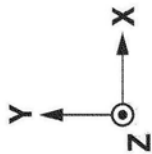


图4



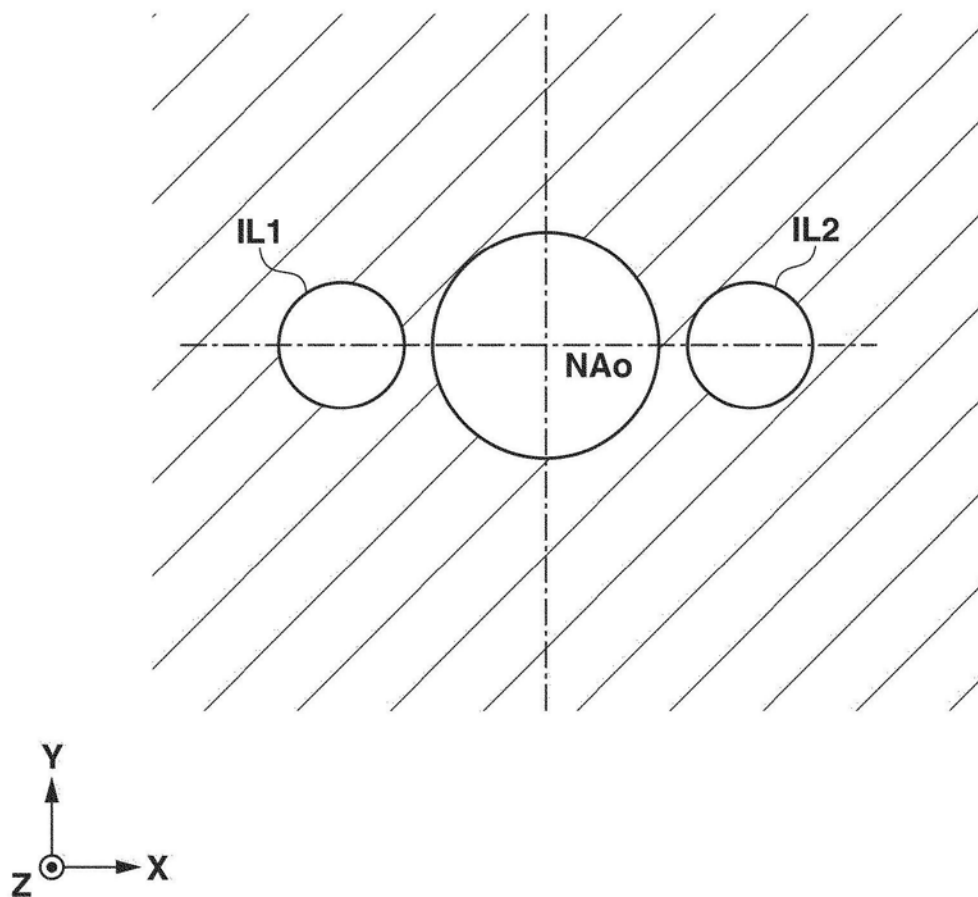


图6

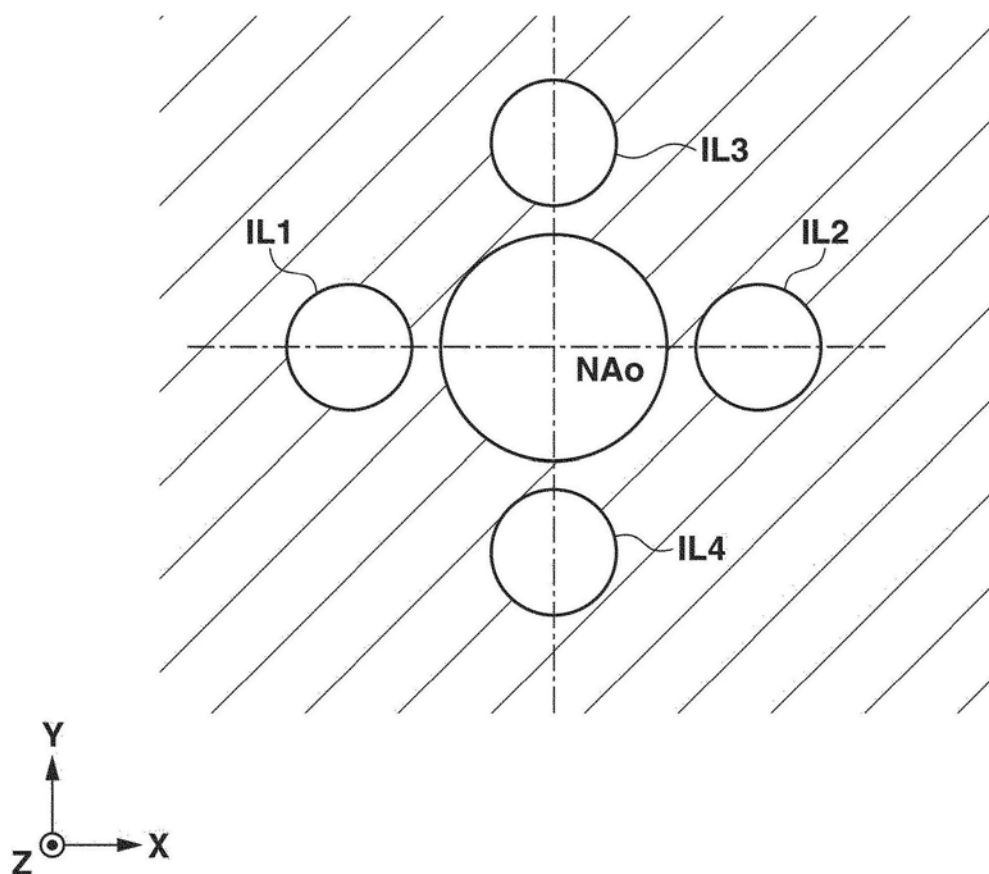


图7

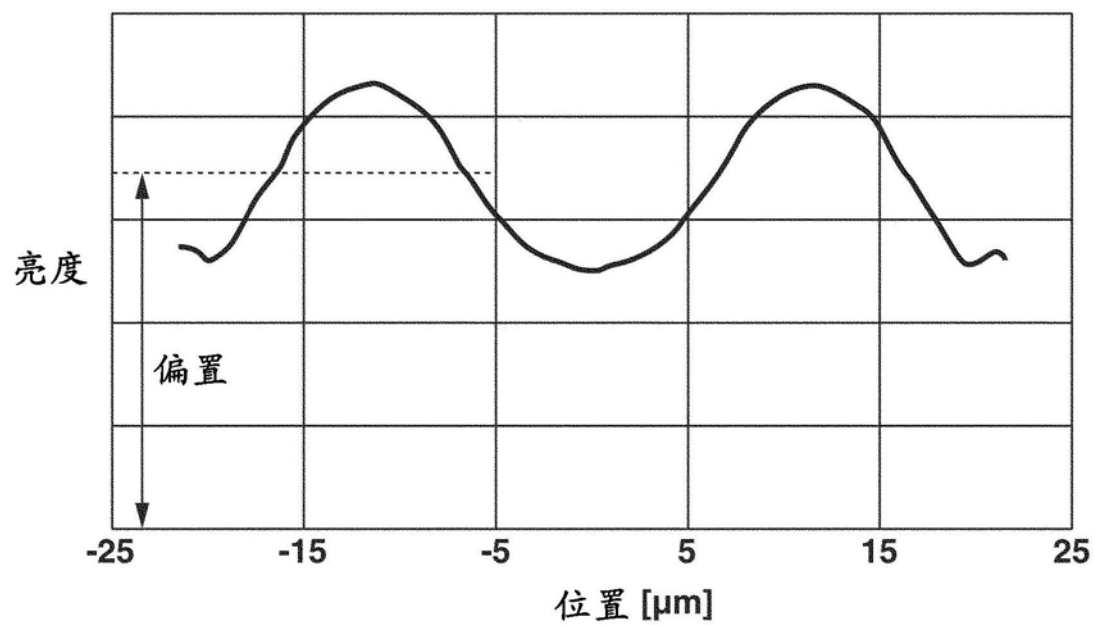


图8

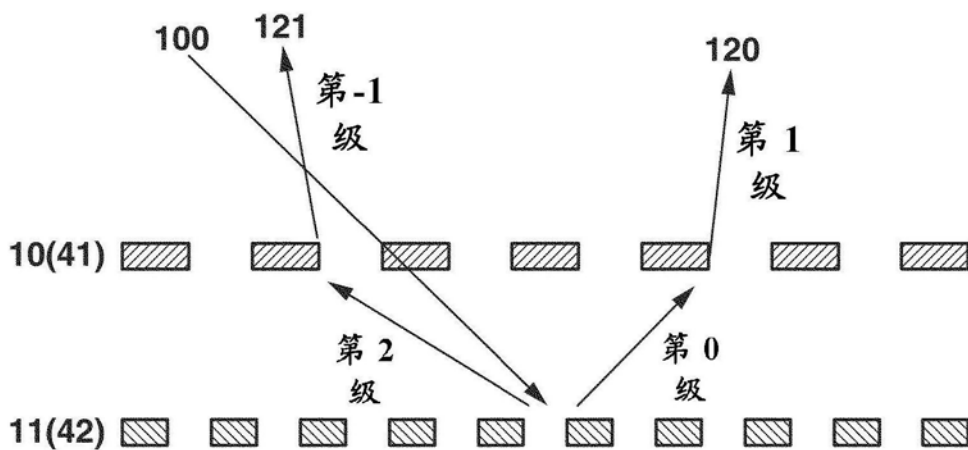


图9A

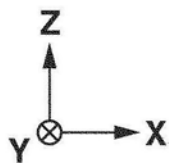
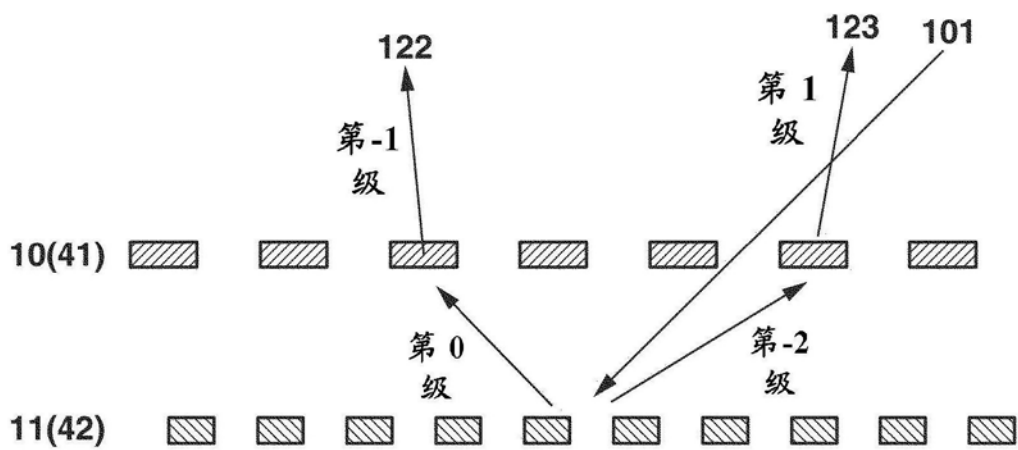


图9B

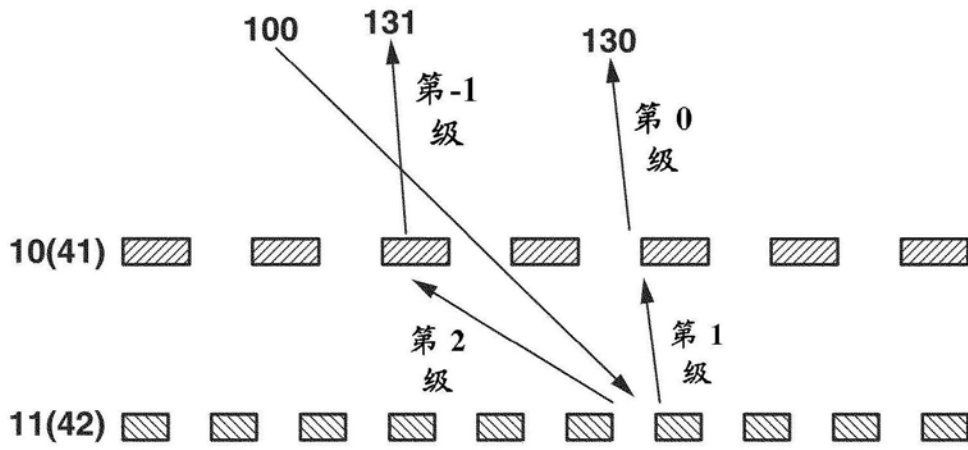


图10A

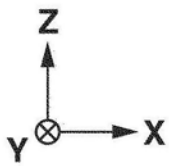
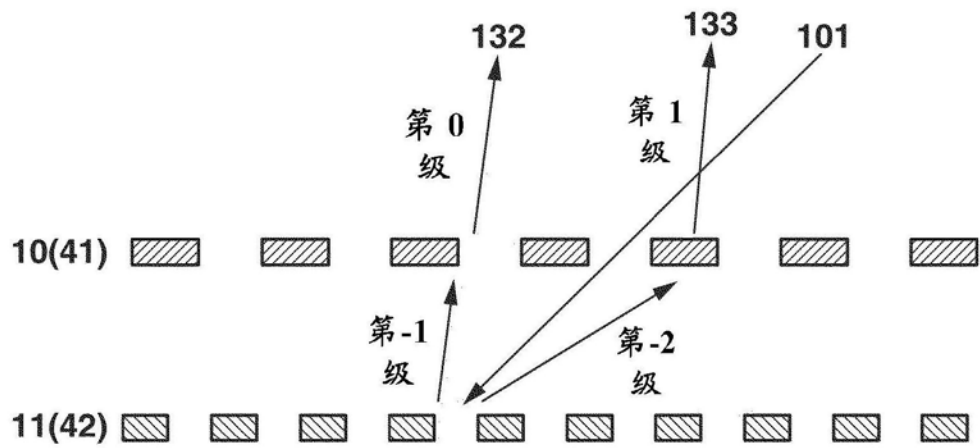


图10B

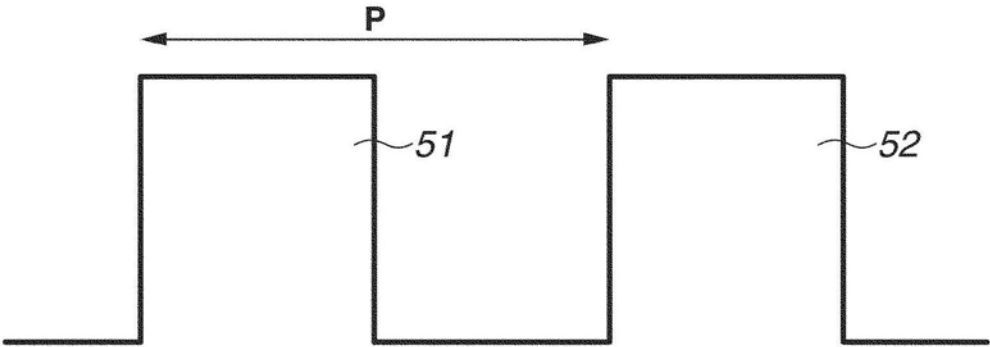


图11A

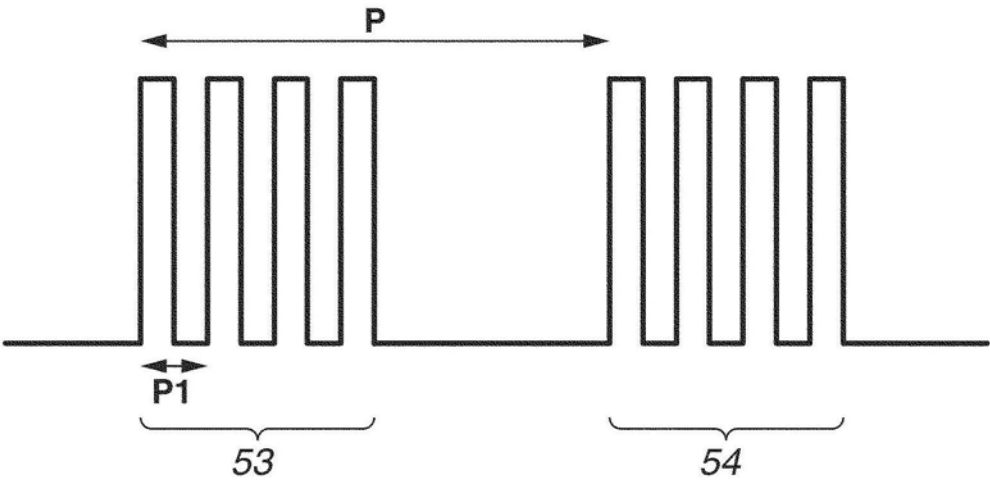


图11B