



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111316167 A

(43)申请公布日 2020.06.19

(21)申请号 201880054616.3

(22)申请日 2018.07.16

(30)优先权数据

17187069.4 2017.08.21 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.02.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/069265 2018.07.16

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/037953 EN 2019.02.28

(71)申请人 ASML荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 李发宏 M·加西亚格兰达

C·C·M·卢伊滕

B·P·B·西哥斯

C·A·F·J·范德普尔

弗兰克·斯塔尔斯

A·B·范奥斯汀 M·瑞达尼

(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 王益

(51)Int.Cl.

G03F 7/20(2006.01)

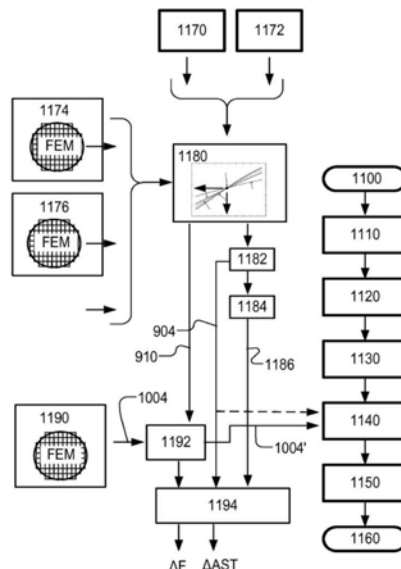
权利要求书2页 说明书49页 附图14页

(54)发明名称

校准聚焦测量结果的方法、测量方法和量测设备、光刻系统以及器件制造方法

(57)摘要

光刻设备的聚焦性能是使用已曝光(1110)后的多对目标利用像差设定(例如像散)来测量的,所述像差设定在所述多对目标之间引发相对最佳的聚焦偏移。通过在FEM晶片上曝光相似的目标(1174、1172)而预先获得校准曲线(904)。在设置阶段,使用多个像差设定来获得校准曲线,且记录锚点(910),其中所有所述校准曲线在所述锚点处相交。当测量(1192)新校准曲线时,所述锚点用以产生经调整的更新后的校准曲线(1004')以消除聚焦漂移且可选地测量像散的漂移。本发明的另一方面(图13至图15)在每个测量结果中使用两个像差设定(+AST、-AST),从而减小对像散漂移的灵敏度。另一方面(图16至图17)使用通过在一个抗蚀剂层中进行的双重曝光而被印制为具有相对聚焦偏移的多对目标。



1. 一种监测光刻设备的聚焦参数的方法,所述方法包括:  
接收第一测量值,已从第一目标的检查获得所述第一测量值;  
接收第二测量值,已从第二目标的检查获得所述第二测量值;以及  
根据至少所述第一测量值和所述第二测量值确定所述聚焦参数,  
其中所述第一目标已使用相对于所述光刻设备的最佳聚焦设定的第一聚焦偏移来印制,  
其中所述第二目标已使用相对于所述光刻设备的所述最佳聚焦设定的第二聚焦偏移来印制,  
并且其中已通过衬底上的同一抗蚀剂层中印制目标图案两次,改变聚焦偏移并且加上位置偏移,来印制所述第一目标和所述第二目标,使得所述第二目标邻近于所述第一目标但从所述第一目标偏移。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中已根据从对应的目标散射的辐射的测量结果获得每个测量值,且其中每个测量结果表示从所述对应的目标散射的辐射的衍射阶的强度。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述衍射阶是较高的(非零)衍射阶。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,包括对所述第一目标和所述第二目标执行检查以获得所述第一测量值和所述第二测量值。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中至少通过单个检查步骤获得所述第一测量结果和所述第二测量结果。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述第一测量值与所述第二测量值之间的差。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,还包括:  
接收第三测量值,已从第三目标的检查获得所述第三测量值;  
接收第四测量值,已从第四目标的检查获得所述第四测量值;以及  
在确定所述聚焦参数时使用所述第三测量值和所述第四测量值以及所述第一测量值和所述第二测量值,  
其中已在与所述第一目标相同的印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制所述第三目标,  
其中已在与所述第一目标相同的印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制所述第四目标,  
且其中所述目标图案和所述位置偏移使得所述第二目标和第四目标邻近于所述第一目标和第三目标,但从所述第一目标和第三目标偏移。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的方法,其中所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标各自包括线-空间光栅结构,并且其中所述第一目标和第三目标中的线定向成正交于所述第一目标和第二目标中的线。
9. 根据权利要求7或8所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用(i)所述第一测量值与所述第三测量值的和或平均值与(ii)所述第二测量值与所述第四测量值的和或平均值之间的差。
10. 根据权利要求7或8所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述第一测量值与所述第二测量值之间的差,结合所述第三测量值与所述第四测量值之间的差。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,还包括如下步骤:

使用至少所述第一测量值、第二测量值、第三测量值以及第四测量值以确定所述光刻设备的像差参数。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述确定所述像差参数的步骤使用(i)所述第一测量值与所述第三测量值之间的差和(ii)所述第二测量值与所述第四测量值之间的差之间的差。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的方法,还包括:

接收第五测量值,已从第五目标的检查获得所述第五测量值;

接收第六测量值,已从第六目标的检查获得所述第六测量值;

接收第七测量值,已从第七目标的检查获得所述第七测量值;以及

接收第八测量值,已从第八目标的检查获得所述第八测量值;

其中已在与所述第一目标和第三目标相同的印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制所述第五目标和第七目标,而在设计上不同于所述第一目标和第三目标,

其中已在与所述第二目标和第四目标相同的印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制所述第六目标和所述第八目标,而在设计上不同于所述第二目标和第四目标,

并且其中所述确定所述聚焦参数的步骤另外使用至少所述第五测量值、第六测量值、第七测量值以及第八测量值。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述第一目标、第二目标、第三目标、第四目标、第五目标、第六目标、第七目标以及第八目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标、第二目标、第三目标、第四目标被设计成具有第一线-空间宽度比率,并且所述第五目标、第六目标、第七目标以及第八目标被设计成具有第二线-空间宽度比率。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述第一线-空间宽度比率是所述第二线-空间宽度比率的倒数。

## 校准聚焦测量结果的方法、测量方法和量测设备、光刻系统以及器件制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年8月21日提交的欧洲/美国申请17187069.4的优先权,该申请的全部内容通过引用并入本发明中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及可以用以例如在通过光刻技术进行的器件制造中执行量测的检查设备和方法。本发明还涉及用于在光刻过程中监测聚焦参数这样的方法。

### 背景技术

[0004] 光刻设备是将期望的图案施加至衬底上(通常施加至衬底的目标部分上)的机器。光刻设备可以用于例如集成电路(IC)制造中。在那种情况下,图案形成装置(其替代地被称作掩模或掩模版)可以用以产生待形成在IC单层上的电路图案。可以将这种图案转印至衬底(例如硅晶片)上的目标部分(例如包括管芯部分、一个管芯或若干管芯)上。通常经由成像至设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)的层上来进行图案的转印。通常,单个衬底将包含被连续地图案化的邻近目标部分的网络。

[0005] 在光刻过程中,经常期望进行对于所产生结构的测量,例如以用于过程控制和验证。用于进行这些测量的各种工具是已知的,包括常常用以测量临界尺寸(CD)的扫描电子显微镜,和用以测量重叠(器件中两个层之间的对准准确度)的专用工具。近来,已开发出用于在光刻领域中使用的各种形式的散射仪。这些装置将辐射束引导至目标上并且对散射辐射的一个或更多个属性(例如作为波长的函数的在单个反射角的情况下的强度;作为反射角的函数的在一个或更多个波长的情况下的强度;或作为反射角的函数的偏振)进行测量以获得可从其确定所述目标的感兴趣的属性的衍射“光谱”。

[0006] 已知的散射仪的示例包括US2006033921A1和US2010201963A1中所描述类型的角分辨散射仪。由这些散射仪使用的目标是相对大的(例如40微米乘40微米)光栅,且测量束产生小于光栅的斑(即,光栅填充不足或欠填充)。可以在国际专利申请US2010032865A1和US2011069292A1中找到暗场成像量测的示例,所述申请文件的全部内容由此通过引用并入本发明中。已公布的专利公开出版物US20110027704A、US20110043791A、US2011102753A1、US20120044470A、US20120123581A、US20130258310A、US20130271740A以及W02013178422A1中已描述所述技术的进一步开发。这些目标可小于照射斑且可由晶片上的产品结构包围。可使用复合光栅目标在一个图像中测量多个光栅。所有这些申请内容也通过引用并入本发明中。

[0007] 光刻过程的需要加以监测的一个重要参数是聚焦。需要将数目不断增长数量的电子部件集成在IC中。为了实现这种集成,有必要减小部件的大小且因此增大投影系统的分辨率,使得可以将越来越小的细节或线宽投影在所述衬底的目标部分上。随着光刻中的临界尺寸(CD)缩小,跨越一衬底、以及在衬底之间两种情况的聚焦的一致性变得越来越重要。

CD是其变化将造成特征的物理属性的不期望的变化中的一个或多个特征(诸如晶体管的栅极宽度)的尺寸。传统地,最佳设定是通过“提前发送晶片(send-ahead wafer)”来确定的,即,在生产运作时间之前曝光、显影以及测量的衬底。在提前发送晶片中,在所谓的聚焦能量矩阵(FEM)中曝光测试结构,且根据那些测试结构的检查来确定最佳的聚焦和能量设定。

[0008] 当前测试结构设计和聚焦测量方法具有若干缺点。许多测试结构需要具有大节距的亚分辨率特征或光栅结构。这些结构可能与光刻设备用户的设计规则相抵触。基于衍射的聚焦测量技术是已知的,包括对由特定的、依赖于聚焦的目标结构散射的相反的较高阶(例如一阶)辐射的不对称性进行测量,且根据这种不对称性确定聚焦。对于EUV光刻,抗蚀剂厚度、和(因此)目标结构的厚度是较小的(例如,厚度为一半)。因此,聚焦灵敏度和信号强度可能不足以将这种不对称性方法用于EUV光刻中。另外,基于不对称性的技术可能需要对于目标几何形状的谨慎选择以确保不对称性与聚焦之间的期望的关系(例如线性)。这种选择过程可能是复杂的且可能需要相当大的努力以找到合适的目标几何形状。甚至可能是不存在合适的目标几何形状的情况。

[0009] 在US2016363871A1中,提出使用已形成为在一对目标之间形成有“最佳聚焦偏移” $dF$ 的一对或多对目标。可接着导出作为对第一目标所测得的衍射信号以及对第二目标所测得的对应衍射信号的函数的聚焦测量结果。并不需要特别的亚分辨率特征。用以引入最佳聚焦偏移的特定方式是在使用所述投影系统中的像散的非零设定的同时,印制具有不同方向的光栅。这种基于像散的聚焦测量方法(被称为ABF)已变成对EUV光刻中的聚焦量测的选择的方法。ABF也可以用于常规的光刻中。US2016363871A1内容通过引用的方式并入本发明中。

## 发明内容

[0010] 在一些方面中,本发明旨在改进通过ABF方法执行的测量的准确度。

[0011] 在其它方面中,本发明旨在独立于或结合通过ABF方法进行的聚焦的测量来测量光刻设备的像差性能,例如像散性能。

[0012] 在其它方面中,本发明旨在降低对用于测量聚焦和像差性能的专用技术的需求,所述专用技术相比于散射测量是耗时的。

[0013] 在其它方面中,本发明旨在提供用于测量光刻设备的聚焦性能的替代方法。

[0014] 在其它方面中,本发明旨在提供用于测量光刻设备的像差性能的替代方法。本发明旨在解决上文识别的缺点中的一个或多个缺点。

[0015] 在第一方面中,本发明提供一种校准光刻设备的聚焦参数的测量结果的方法,其中所述聚焦参数的所述测量结果基于使用所述光刻设备的像差设定印制的至少一对目标的测量结果,所述光刻设备的所述像差设定在所述一对目标中的所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移,并且基于表达所述聚焦参数与具有给定的最佳聚焦偏移的至少一对目标的测量结果之间的关系的校准信息,所述方法包括:

[0016] (a) 通过使用所述像差设定结合不同的聚焦设定来印制多对新校准目标、和测量用于获得更新后的校准信息的所述新校准目标,从而获得更新后的校准信息;和

[0017] (b) 基于所述更新后的校准信息且基于先前获得的校准信息来识别所述光刻设备的性能的漂移,通过测量使用两个或多个不同的像差设定印制的多对校准目标以便在所

述多对校准目标内引发两个或更多个不同的相对最佳的聚焦偏移来获得所述先前获得的校准信息。

[0018] 在实施例中,所述先前获得的校准信息用以识别锚点,所述锚点为一对目标的测量结果在所述不同的像差设定上不变的聚焦设定。

[0019] 在实施例中,所述更新后的校准信息被调整以共享所述锚点,且调整更新后的校准信息用于聚焦性能的所述测量结果中。

[0020] 本发明在所述第一方面中进一步提供一种测量光刻设备的聚焦性能的方法,所述方法包括:

[0021] 获取第一测量值,已从一对目标中的第一目标的检查获得所述第一测量值;

[0022] 获取第二测量值,已从所述一对目标中的第二目标的检查获得所述第二测量值,

[0023] 其中已利用在所述第一目标与所述第二目标之间的引发相对最佳的聚焦偏移的像差设定通过所述光刻设备来印制所述第一目标和所述第二目标;以及

[0024] 使用至少所述第一测量值和所述第二测量值且使用使用如上文阐述的所述锚点获得的调整更新后的校准信息来确定聚焦性能的测量结果。

[0025] 在所述第一方面中,本发明进一步提供一种用于测量光刻过程的参数的量测设备,所述量测设备可操作以执行如上文阐述的本发明的方法。所述量测设备可以包括:

[0026] 用于所述衬底的支撑件,所述衬底上具有多个目标;

[0027] 光学系统,所述光学系统用于测量每个目标;以及

[0028] 处理器,所述处理器用于接收所述第一测量结果、所述第二测量结果以及所述调整更新后的校准信息且用于确定聚焦性能的所述测量结果。

[0029] 在独立的第二方面中,本发明提供一种用于确定与用以在衬底上形成结构的光刻过程相关联的光刻过程相关联的一个或更多个性能参数的漂移的方法,所述方法包括:

[0030] (a) 测量结构的特性对聚焦设定的变化的响应,所述响应是针对使用至少两个不同的像差设定形成的结构来确定的;

[0031] (b) 稍后针对使用至少一个像差设定形成的结构再次测量所述特性对所述聚焦设定变化的响应;以及

[0032] (c) 使用步骤(b)中测量的响应和步骤(a)中测量的响应来确定通过给定的聚焦设定实现的聚焦性能的漂移和/或通过给定的像差设定实现的像差性能的漂移。

[0033] 在独立的第三方面中,本发明提供一种监测光刻设备的聚焦参数的方法,所述方法包括:

[0034] 接收第一测量值,已从第一目标的检查获得所述第一测量值;

[0035] 接收第二测量值,已从第二目标的检查获得所述第二测量值;

[0036] 接收第三测量值,已从第三目标的检查获得所述第三测量值;

[0037] 接收第四测量值,已从第四目标的检查获得所述第四测量值;以及

[0038] 从至少所述第一测量值、第二测量值、第三测量值和第四测量值确定所述聚焦参数,

[0039] 其中已使用在所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移的所述光刻设备的第一像差设定来印制所述第一目标和第二目标,

[0040] 其中已使用所述光刻设备的第二像差设定来印制所述第三目标和第四目标,所述

第二像差设定的正负号不同于所述第一像差设定，

[0041] 且其中将所述第一测量值、第二测量值、第二测量值以及第四测量值组合，以便以对所述光刻设备的像差性能的漂移不敏感的方式确定所述聚焦参数。

[0042] 在所述第三方面中，本发明进一步提供一种用于测量光刻过程的参数量测设备的量测设备，所述量测设备可操作以执行如上文阐述的所述第三方面的本发明的方法。

[0043] 在独立的第四方面中，本发明提供一种监测光刻设备的聚焦参数的方法，所述方法包括：

[0044] 接收第一测量值，已从第一目标的检查获得所述第一测量值；

[0045] 接收第二测量值，已从第二目标的检查获得所述第二测量值；以及

[0046] 从至少所述第一测量值和所述第二测量值确定所述聚焦参数，

[0047] 其中已使用相对于所述光刻设备的最佳聚焦设定的第一聚焦偏移来印制所述第一目标，

[0048] 其中已使用相对于所述光刻设备的所述最佳聚焦设定的第二聚焦偏移来印制所述第二目标，

[0049] 并且其中已通过通过在衬底上的同一抗蚀剂层中印制目标图案两次，改变聚焦偏移并且加上位置偏移，来印制所述第一目标和所述第二目标，使得所述第二目标邻近于所述第一目标但从所述第一目标偏移。

[0050] 在所述第四方面中，本发明进一步提供一种用于测量光刻过程的参数的量测设备，所述量测设备可操作以执行如上文阐述的所述第四方面的本发明的方法。

[0051] 在独立的第五方面中，本发明提供一种测量光刻设备的像差参数的方法，所述方法包括：

[0052] 接收第一测量值，已从第一目标的检查获得所述第一测量值；

[0053] 接收第二测量值，已从第二目标的检查获得所述第二测量值；

[0054] 接收第三测量值，已从第三目标的检查获得所述第三测量值；

[0055] 接收第四测量值，已从第四目标的检查获得所述第四测量值；以及

[0056] 从至少所述第一测量值、第二测量值、第三测量值以及第四测量值确定所述像差参数，

[0057] 其中已通过使用相对于所述光刻设备的最佳聚焦设定的第一聚焦偏移而在衬底上的抗蚀剂层中第一次印制所述目标图案来形成所述第一目标和第三目标，

[0058] 并且其中已通过使用相对于所述光刻设备的所述最佳聚焦设定的第二聚焦偏移而在所述同一抗蚀剂层中第二次印制所述目标图案，加上位置偏移来形成所述第二目标和第四目标，使得所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标在所述衬底上彼此邻近。

[0059] 在所述第五方面中，本发明进一步提供一种用于测量光刻过程的像差参数的量测设备，所述量测设备可操作以执行如上文阐述的所述第五方面的本发明的方法。

[0060] 在第六方面中，本发明进一步提供一种测量光刻设备的成像参数的方法，所述方法包括：

[0061] 接收第一测量值集合，所述第一测量值中的每个第一测量值已通过检测第一目标的集合中的单独的第一目标来获得；

[0062] 接收第二测量值集合，所述第二测量值中的每个第二测量值已通过检测第二目标

的集合中的单独的第二目标来获得;以及

[0063] 至少基于所述第一测量值集合和第二测量值集合来确定所述成像参数,

[0064] 其中所述第一目标的集合和所述第二目标的集合已通过衬底上的抗蚀剂层中印制至少第一目标对阵列来形成,每个目标对包括处于实质上相同的目标部位的第一目标和第二目标,所述第一目标对阵列中的不同的目标对已被印制在跨越所述衬底的不同目标部位处,

[0065] 并且其中所述确定所述成像参数的步骤使用所述第一测量值和第二测量值,结合当在所述不同目标部位处印制所述不同的目标对时由所述光刻设备使用的不同成像设定的知识。

[0066] 在所述第六方面中,本发明进一步提供一种用于测量光刻过程的像差参数的量测设备,所述量测设备可操作以执行如上文阐述的所述第六方面的本发明的方法。

[0067] 本发明在以上方面中的每个方面中进一步提供包括处理器可读指令的计算机程序,所述指令在适合处理器控制设备上执行时使得所述处理器控制设备执行如上文阐述的本发明的方面的方法。所述指令可以以非瞬态形式储存在载体中。

[0068] 在以上方面中的每个方面中,本发明进一步提供制造器件的方法,其中使用光刻过程来将器件图案施加至一系列衬底,所述方法包括使用本发明的方面以监测所述光刻设备的聚焦性能和/或像差性能。

[0069] 下文参考随附图来详细地描述本发明另外的方面、特征和优点,以及本发明的各种实施例的结构和操作。应注意,本发明不限于本发明中描述的特定实施例。本发明中仅出于说明性目的而呈现这种实施例。基于本发明中包含的教导,本领域技术人员将明白额外的实施例。

## 附图说明

[0070] 现将参考随附的示意性附图而仅作为示例来描述本发明的实施例,在所述附图中,相应的附图标记指示相应的部分,且在所述附图中;

[0071] 图1描绘光刻设备;

[0072] 图2描绘其中可使用根据本发明的检查设备的光刻单元或簇;

[0073] 图3图示作为检查设备的第一示例的光谱散射仪的操作原理;

[0074] 图4以示意形式图示作为检查设备的另一示例的角分辨散射仪;

[0075] 图5示意性地图示被调适以执行角分辨散射测量和暗场成像检查方法的检查设备;

[0076] 图6图示根据已知的基于衍射的聚焦 (DBF) 技术的掩模版上的目标形成元件,其适合于在具有依赖于聚焦的不对称性的衬底上形成光栅;

[0077] 图7 (a) 示出 (a) 针对具有相对最佳的聚焦偏移的两个目标的目标属性测量值 (y 轴) 相对于聚焦的曲线图;和图7 (b) 示出针对从第一目标和第二目标的目标参数测量值 (y 轴) 相对于聚焦 (x轴) 之间的差的曲线图,这些曲线图图示从上文提及的US2016363871A1已知的ABF聚焦测量方法;

[0078] 图8 (a) 图示使用图3或图5的散射仪从包括水平光栅和垂直光栅的一对目标获得衍射信号的过程,和图8 (b) 图示可针对所述一对目标以变化的聚焦而获得的衍射信号的曲



线图,以及图8(c)图示从图8(b)的衍射信号获得的差指标以用于计算聚焦测量结果;

[0079] 图9图示在聚焦测量的ABF方法中针对不同的像差设定而在校准曲线中存在锚点;

[0080] 图10(a)和图10(b)图示使用锚点和参考校准曲线结合更新后的校准曲线,以用于改进ABF方法中的准确度;

[0081] 图11为在利用基于本发明的第一方面和第二方面的原理的经改进的校准来修改的实施例中的ABF方法的流程图;

[0082] 图12图示用于在本发明的第三方面的实施例中的具有正像差设定和负像差设定的ABF方法的改进版本中使用的额外的目标对的形成,图12(a)图示使用两个衬底和图12(b)图示在单个衬底上使用两次曝光;

[0083] 图13图示可以应用在根据本发明的方面的方法中的额外的改进;

[0084] 图14为在本发明的第三方面的实施例中实施聚焦测量的方法的流程图;

[0085] 图15图示体现本发明的第三方面的方法的改进的准确度;

[0086] 图16图示在单个衬底上在两次曝光中所形成的目标对的形成,实施根据本发明的第四方面和/或第五方面的聚焦测量方法和/或像差测量方法,图16(a)图示使用两对目标和图16(b)图示使用四对目;

[0087] 图17为在本发明的第四方面和第五方面的实施例中实施聚焦测量和像差测量方法的方法的流程图;

[0088] 图18为根据本发明的第六方面测量像差指纹的方法的流程图;并且

[0089] 图19示意性地图示图18的方法中的目标和多次曝光的可能的布局。

## 具体实施方式

[0090] 在详细地描述本发明的实施例之前,呈现可实施本发明的实施例的示例环境是有指导性的。

[0091] 图1示意性地描绘光刻设备LA。所述设备包括:照射系统(照射器)IL,所述照射系统被配置成调节辐射束B(例如UV辐射或DUV辐射);图案形成装置支撑件或支撑结构(例如掩模台)MT,所述图案形成装置支撑件或支撑结构构造成支撑图案形成装置(例如掩模)MA且连接至被配置成根据某些参数来准确地定位所述图案形成装置的第一定位器PM;两个衬底台(例如晶片台)WTa和WTb,所述两个衬底台分别构造成保持衬底(例如抗蚀剂涂覆晶片)W且分别连接至被配置成根据某些参数来准确地定位所述衬底的第二定位器PW;以及投影系统(例如折射式投影透镜系统)PS,所述投影系统被配置成将由图案形成装置MA赋予至辐射束B图案投影至衬底W目标部分C(例如包括一个或更多个管芯)上。参考框架RF连接各种部件,且充当用于设定和测量图案形成装置和衬底的位置以及图案形成装置和衬底上的特征的位置的参考。

[0092] 照射系统可包括用于引导、成形或控制辐射的各种类型的光学部件,诸如折射型、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何组合。

[0093] 图案形成装置支撑件以依赖于图案形成装置的方向、光刻设备设计以及其它条件(诸如,图案形成装置是否被保持在真空环境中)的方式来保持图案形成装置。图案形成装置支撑件可采取许多形式。图案形成装置支撑件可确保图案形成装置例如相对于投影系统处于期望的位置。

[0094] 本发明所使用的术语“图案形成装置”应被广泛地解释为是指可以用以在辐射束的横截面中向辐射束赋予图案以便在衬底的目标部分中产生图案的任何器件。应注意,例如,如果被赋予至辐射束的图案包括相移特征或所谓的辅助特征,则所述图案可不确切地对应于衬底的目标部分中的期望的图案。通常,被赋予至辐射束的图案将对应于目标部分中产生的器件(诸如集成电路)中的特定功能层。

[0095] 如这里所描绘的,设备属于透射类型(例如,使用透射式图案形成装置)。替代地,设备可属于反射类型(例如,使用如上文提及的类型可编程反射镜阵列,或使用反射式掩模)。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LCD面板。可以认为本发明对术语“掩模版”或“掩模”的任何使用都与更上位的术语“图案形成装置”同义。术语“图案形成装置”也可以被解释为是指以数字形式储存用于控制这种可编程图案形成装置的图案信息的器件。

[0096] 本发明所使用的术语“投影系统”应被广泛地解释为涵盖适于所使用的曝光辐射或适于诸如浸没液体的使用或真空的使用之类的其它因素的任何类型的投影系统,包括折射式、反射式、反射折射式、磁性式、电磁式以及静电式光学系统,或其任何组合。可以认为本发明中对术语“投影透镜”的任何使用都与更上位的术语“投影系统”同义。

[0097] 光刻设备也可以属于如下类型:其中衬底的至少一部分可被具有相对高的折射率的液体(例如水)覆盖,以便填充投影系统与衬底之间的空间。也可以将浸没液体施加至光刻设备中的其它空间,例如掩模与投影系统之间的空间。浸没技术在本领域中被众所周知用于增大投影系统的数值孔径。

[0098] 在操作中,照射器IL接收来自辐射源S0的辐射束。例如,当源为准分子激光器时,源和光刻设备可以是分离的实体。在这些情况下,不认为源形成光刻设备的部件,且辐射束是借助于包括例如合适的定向反射镜和/或扩束器的束递送系统BD而从源S0传递至照射器IL。在其它情况下,例如,当源为汞灯时,源可以是光刻设备的组成部分。源S0和照射器IL连同束递送系统BD(在需要时)可被称作辐射系统。

[0099] 照射器IL可例如包括用于调整辐射束的角强度分布的调整器AD、积光器IN以及聚光器CO。照射器可以用以调节辐射束,以在其横截面中具有期望的均一性和强度分布。

[0100] 辐射束B入射在被保持在图案形成装置支撑件MT上的图案形成装置MA上,且被所述图案形成装置图案化。在已横穿图案形成装置(例如掩模)MA情况下,辐射束B传递通过投影系统PS,投影系统PS将所述束聚焦至衬底W的目标部分C上。借助于第二定位器PW和位置传感器IF(例如干涉器件、线性编码器、2D编码器或电容式传感器),可准确地移动衬底台WTa或WTb,例如以便使不同的目标部分C定位在辐射束B路径中。类似地,第一定位器PM和另一位置传感器(未在图1中明确地描绘)可以用以例如在从掩模库机械获取之后或在扫描期间相对于辐射束B的路径来准确地定位图案形成装置(例如掩模版/掩模)MA。

[0101] 可使用掩模对准标记M1、M2以及衬底对准标记P1、P2来对准图案形成装置(例如掩模版/掩模)MA和衬底W。虽然如所说明的衬底对准标记占据专用的目标部分,但所述衬底对准标记可位于目标部分之间的空间中(这些标记被称为划线对准标记)。类似地,在多于一个管芯设置在图案形成装置(例如掩模)MA上的情形中,掩模对准标记可位于所述管芯之间。小对准标记也可以在器件特征当中包括在管芯内,在这种情况下,期望使所述标记尽可能地小,且与相邻的特征相比无需任何不同的成像或过程条件。下文进一步描述检测对准

标识的对准系统。

[0102] 可以在多种模式中使用所描绘的设备。在扫描模式中,在将被赋予至辐射束的图案投影至目标部分C上时,同步地扫描图案形成装置支撑件(例如掩模台)MT和衬底台WT(即,单次动态曝光)。可以通过投影系统PS的放大率(缩小率)和图像反转特性来确定衬底台WT相对于图案形成装置支撑件(例如掩模台)MT的速度和方向。在扫描模式中,曝光场的最大大小限制单次动态曝光中的目标部分的宽度(在非扫描方向上),而扫描运动长度确定目标部分的高度(在扫描方向上)。如在本领域中众所周知的,其它类型的光刻设备和操作模式是可能的。例如,步进模式是已知的。在所谓的“无掩模”光刻中,使可编程图案形成装置保持静止,但具有改变的图案,且移动或扫描衬底台WT。

[0103] 也可以使用上文描述的使用模式的组合和/或变化、或完全不同的使用模式。

[0104] 光刻设备LA属于所谓的双平台类型,所述光刻设备具有两个衬底台WTa、WTb以及两个站-曝光站EXP和测量站MEA-在所述两个站之间可交换所述衬底台。在曝光站处曝光一个台上的衬底的同时,可以在测量站处将另一衬底装载至另一衬底台上且进行各种预备步骤。这实现了设备的生产量的大量增加。所述预备步骤可包括使用水平传感器LS来映射衬底的表面高度轮廓,和使用对准传感器AS来测量衬底上的对准标识位置。如果位置传感器IF在衬底台处于测量站和处于曝光站时不能测量所述衬底台的位置,则可提供第二位置传感器以使能够在两个站处追踪衬底台相对于参考框架RF的位置。代替示出的双平台布置,其它布置是已知的且可用的。例如,设置衬底台和测量台的其它光刻设备是已知的。这些衬底台和测量台在执行预备测量时连接在一起,且接着在衬底台经历曝光时不连接。

[0105] 如图2中示出的,光刻设备LA形成光刻单元LC(有时也被称作光刻元或簇)的一部分,光刻单元LC也包括用以对衬底执行曝光前过程和曝光后过程的设备。通常,这些装置包括用以沉积抗蚀剂层的旋涂器SC、用以显影曝光后的抗蚀剂的显影器DE、激冷板CH以及烘烤板BK。衬底处理装置或机器人RO从输入/输出端口I/O1、I/O2拾取衬底、在不同的过程装置之间移动衬底,且接着将衬底递送至光刻设备的进料台LB。常常被统称为轨道或涂覆显影系统这些器件处于涂覆显影系统控制单元TCU的控制下,涂覆显影系统控制单元TCU自身受管理控制系统SCS控制,管理控制系统SCS也经由光刻控制单元LACU来控制光刻设备。因此,不同的设备可被操作以最大化生产量和处理效率。

[0106] 为了正确地且一致地曝光由光刻设备曝光的衬底,期望检测曝光后的衬底以测量属性,诸如后续层之间的重叠误差、线厚度、临界尺寸(CD)等等。因此,被定位有光刻单元LC的制造设施也包括测量系统MET,测量系统MET收纳已在光刻单元中处理衬底W中的一些或全部。将量测结果直接地或间接地提供至管理控制系统SCS。若检测到误差,则可对后续衬底曝光进行调整,尤其是在可足够迅速地且快速地完成检测以使得同一批量的其它衬底仍待曝光的情况下。又,已曝光后的衬底可被剥离和返工以改进良率,或被舍弃,由此避免对已知有缺陷衬底执行进一步处理。在衬底仅一些目标部分有缺陷的情况下,可仅对良好的那些目标部分执行进一步曝光。

[0107] 在量测系统MET内,使用检查设备以确定衬底属性,且尤其是确定不同衬底或同一衬底的不同层的属性如何在不同层间变化。检查设备可集成至光刻设备LA或光刻单元LC中,或可以是单独的装置。为了实现最快速的测量,期望使检查设备紧接在曝光之后测量曝光后的抗蚀剂层中的属性。然而,抗蚀剂中的潜影具有非常低的对比度-在已曝光至辐射抗

蚀剂部分与尚未曝光至辐射抗蚀剂部分之间仅存在非常小的折射率差-且并非所有检查设备都具有足够灵敏度以对潜影进行有用的测量。因此,可以在曝光后烘烤步骤(PEB)之后进行测量,曝光后烘烤步骤(PEB)通常为对曝光后的衬底进行的第一步且增加抗蚀剂的曝光后的部分与未曝光的部分之间的对比度。在这种阶段,抗蚀剂中的图像可被称为半潜的。也可能对显影后的抗蚀剂图像进行测量-这时,抗蚀剂的曝光后的部分或未曝光的部分已被移除-或在诸如蚀刻之类的图案转印步骤后进行显影后的抗蚀剂图像的测量。后者可能性限制返工有缺陷衬底的可能性,但仍可提供有用的信息。

[0108] 图3描绘可以用作上文描述的类型量测系统中的检查设备的已知的光谱散射仪。所述散射仪包括将辐射投影至衬底W上的宽带(白光)辐射投影仪2。反射后的辐射传递至光谱仪4,光谱仪4测量反射镜反射的辐射的光谱6(作为波长的函数的强度)。根据这种数据,可以通过在处理单元PU中的计算来重构引起检测到的光谱的结构或轮廓8。例如,可以通过严格耦合波分析和非线性回归、或与预测量的光谱或预计算的模拟光谱的库进行比较,来执行所述重构。通常,对于重构,结构的一般形式是已知的,且根据制造所述结构的过程的知识来假定一些参数,仅留下所述结构的几个参数将要根据散射测量数据来确定。这种散射仪可被配置成正入射散射仪或倾斜入射散射仪。

[0109] 图4示出代替光谱散射仪或除了光谱散射仪以外也可以使用的已知的角分辨散射仪的基本元件。在这种类型的检查设备中,由照射系统12调节由辐射源11发射的辐射。例如,照射系统12可包括准直使用透镜系统12a、彩色滤光器12b、偏振器12c以及孔阑器件13。调节后的辐射遵循照射路径IP,在照射路径IP中,被调节的辐射由部分反射表面15反射且经由显微镜物镜16聚焦至衬底W上的斑S中。量测目标T可形成在衬底W上。透镜16具有高数值孔径(NA),优选为至少0.9且更优选为至少0.95。可根据需要使用浸没流体以获得大于1的数值孔径。

[0110] 如在所述光刻设备LA中那样,可以在测量操作期间提供一个或多个衬底台以保持所述衬底W。所述衬底台可以在形式上与图1的衬底台WTa、WTb类似或相同。(在所述检查设备与所述光刻设备集成的示例中,所述衬底台甚至可为同一衬底台)。粗定位器和精定位器可被配置成相对于测量光学系统准确地定位所述衬底。设置各种传感器和致动器例如用以获取感兴趣的目标的位置,且将感兴趣的目标带入至物镜16下方的位置中。通常,将对跨越衬底W的不同部位处的目标进行许多测量。衬底支撑件可以在X和Y方向上移动以获取不同目标,且在Z方向上移动以获得所述光学系统在所述目标上的期望的聚焦。当实践中所述光学系统保持实质上静止且仅所述衬底移动时,便利地将操作考虑并且描述为如同所述物镜和光学系统被带到衬底上的不同部位。假设所述衬底和所述光学系统的相对位置是正确的,原则上那些衬底和光学系统中的一个或两者在真实世界中是否移动并不重要。

[0111] 当辐射束入射在分束器16上时,辐射束的部分透射通过所述分束器且遵循朝向参考反射镜14的参考路径RP。

[0112] 由所述衬底反射的辐射(包括由任何量测目标T衍射的辐射)由透镜16收集且遵循收集路径CP,在收集路径CP中,辐射通过部分反射表面15传递至检测器19中。所述检测器可位于处于透镜16焦距F处的背投式光瞳平面P中。实践中,光瞳平面自身可以是不可接近的,且可替代地利用辅助光学器件(图中未示出)重新成像至位于所谓的共轭光瞳平面P'中的检测器上。所述检测器优选为二维检测器,使得能够测量衬底目标30的二维角散射光谱或

衍射光谱。在光瞳平面或共轭光瞳平面中,辐射的径向位置限定了所述辐射在被聚焦的斑S的平面中的入射角/出射角,并且围绕光轴O的角度位置限定了辐射的方位角。所述检测器19可以是例如CCD或CMOS传感器的阵列,且可使用例如每帧40毫秒的积分时间。

[0113] 参考路径RP中的辐射被投影至同一检测器19的不同部分上或替代地投影至不同的检测器(图中未示出)上。参考束常常用以例如测量入射辐射的强度,以允许归一化在散射光谱中所测量到的强度值。

[0114] 照射系统12的各种部件可以是可调整的以在同一设备内实施不同的量测“选配方案”。可例如由一组干涉滤光器来实施彩色滤光器12b以选择在比如405纳米至790纳米或甚至更低(诸如200纳米至300纳米)范围内的感兴趣的不同的波长。干涉滤光器可以是可调谐的,而不是包括一组不同的滤光器。可使用光栅来代替干涉滤光器。偏振器12c可以是可旋转的或可调换的以便在辐射斑S中实施不同的偏振状态。孔阑器件13可被调整以实施不同的照射轮廓。孔阑器件13位于与物镜16的光瞳平面P和检测器19平面的共轭的平面P”中。以这种方式,由所述孔阑器件限定的照射轮廓限定了辐射传递通过孔阑器件13上的不同部位且入射在衬底上的光的角分布。

[0115] 所述检测器19可测量在单个波长(或窄波长范围)情况下的散射光的强度、分别在多个波长情况下的散射光的强度,或在波长范围上整合的即合并的散射光的强度。此外,所述检测器可分别地测量横向磁偏振光和横向电偏振光的强度,和/或横向磁偏振光与横向电偏振光之间的相位差。

[0116] 在量测目标T设置在衬底W上的情况下,所述量测目标T可以是1-D光栅,所述1-D光栅被印制使得在显影之后,栅条由实体抗蚀剂线形成。所述目标可以是2-D光栅,所述2-D光栅被印制以使得在显影之后,所述光栅由抗蚀剂中的实体抗蚀剂导柱或通孔形成。所述栅条、导柱或通孔可替代地被蚀刻至衬底中。这种图案对光刻投影设备(特别是所述投影系统PS)中的色像差敏感。照射对称性和这种像差的存在将显现在被印制光栅的变化中。因此,被印制的光栅的散射测量数据用以重构所述光栅。1-D光栅的参数(诸如线宽和形状)或2-D光栅的参数(诸如导柱或通孔宽度或长度或形状)可被输入至通过处理单元PU根据印制步骤和/或其它散射测量过程的知识而执行的重构过程。

[0117] 除了通过重构进行的对于参数的测量以外,角分辨散射测量也是在产品中或/或抗蚀剂图案中的特征的不对称性测量中有用的。不对称性测量的特定应用用于根据利用依赖于聚焦的不对称性而印制的目标进行对于聚焦参数(例如,在所述目标的曝光期间的聚焦设定)的测量。例如,在上文引用的已公布的专利申请US2006066855A1中描述了使用图3或图4的仪器进行不对称性测量的构思。简单而言,虽然所述目标的衍射光谱中的衍射阶位置是由目标的周期性来确定的,但衍射光谱中的强度水平的不对称性指示了构成所述目标的多个单独特征中的不对称性。在图4的仪器中(其中检测器19可以是图像传感器),衍射阶中的这种不对称性直接呈现为由检测器19记录的光瞳图像中的不对称性。可以通过单元PU中的数字图像处理来测量这种不对称性,且根据这种不对称性可确定聚焦。

[0118] 图5(a)更详细地示出通过与图4的设备相同的原理来实施角分辨散射测量的检查设备,所述检查设备具有额外的调适以用于执行所谓的暗场成像。所述设备可以是单独的装置,或者被合并入例如测量站处的光刻设备LA中或合并入光刻单元LC中。由虚线O表示在整个设备上具有若干分支的光轴。图5(b)中更详细地图示了目标光栅T和衍射射线。

[0119] 相同的附图标记用于已经在图4的设备中描述的部件。所述照射路径被标注为如前所述的IP。为了清楚起见,省略了参考路径RP。相比于所述设备,第二分束器17将收集路径划分成两个分支。在第一测量分支中,所述检测器19记录恰好如上文描述的所述目标的散射光谱或衍射光谱。这种检测器19可被称作光瞳图像检测器。

[0120] 在第二测量分支中,成像光学系统22在传感器23(例如CCD或CMOS传感器)上形成所述衬底W上的目标的图像。在所述收集路径中的平面中在与光瞳平面共轭的平面中设置孔径光阑21(其也可以被称为光瞳光阑)。孔径光阑21可采取不同的形式,正如照射孔阑可采取不同的形式。通常,孔径光阑21用以阻挡零阶衍射束,使得形成于传感器23上的目标的图像仅由一阶束形成。这种图像是所谓的暗场图像,等效于暗场显微法。由传感器19和23采集的图像被输出至图像处理器和控制器PU,图像处理器和控制器PU的功能将取决于正在被执行的测量的特定类型。

[0121] 在这种示例中的照射路径中,示出额外的光学器件使得场光阑13'可放置在与所述目标和所述图像传感器23的平面共轭的平面中。这种平面可被称作场平面、或共轭图像平面,且具有以下属性:跨越场平面每个空间位置对应于跨越所述目标的位置。这种场光阑可以用以例如出于特定目的而对照射斑进行成形,或仅用以避免照射位于所述设备的视场内但并非是感兴趣的目标的部分的特征。作为示例,以下附图和论述涉及用于实施孔阑器件13的功能的技术,但本公开也涵盖使用相同的技术以实施场光阑13'的功能。

[0122] 如图5(b)更详细示出的,放置目标光栅T且衬底W与物镜16的光轴O正交。在离轴照射轮廓的情况下,与轴线O偏离开一角度而照射在光栅T上的照射射线I产生零阶射线(实线0)和两个一阶射线(点划线为+1阶且双点划线为-1阶)。应记住,在利用填充过度即过填充的小目标光栅情况下,这些射线仅为覆盖所述衬底的包括量测目标光栅T和其它特征的区域的大量平行射线之一。由于板13中的孔具有有限的宽度(是用以接纳有用量的光所必要的),则入射射线I事实上将占据一定角度范围,并且衍射射线0和+1/-1将略微散开。根据小目标的点扩散函数,每个+1阶和-1阶将在一定角度范围上进一步散布或伸展开,而不是如示出的单个理想射线。

[0123] 通过使用不同孔,不同照射模式是可能的。孔13N(“北”)和13S(“南”)各自提供仅来自特定窄角度范围的离轴照射。返回至图5(a),通过将环形孔的完全相反(即在直径方向上相反)的部分指定为北(N)和南(S)来图示这种情形。来自照射的锥的北部分的+1衍射射线(其被标注为+1(13N))进入所述物镜16,且来自所述锥的南部分的-1衍射射线(其被标注为-1(13S))也进入所述物镜16。如在引言中提及的先前申请中所描述的,在这种类型的孔13N、13S之间进行切换的同时使用暗场成像传感器23是根据多个小目标获得不对称性测量的一种方式。孔径光阑21a可以用以在使用离轴照射时阻挡所述零阶辐射。

[0124] 虽然示出离轴照射,但可代替地使用目标的同轴照射,且使用具有离轴孔的孔径光阑以将实质上仅一个一阶衍射光传递至传感器。在一个示例中,使用棱镜21b来代替孔径光阑21,所述棱镜21b具有将+1阶和-1阶转向至传感器23上的不同部位以使得它们可被检测以及被比较而不会产生两个图像的效应。上文提及的已公开专利申请US2011102753A1中披露了这种技术,所述专利申请内容由此通过引用并入本发明中。代替一阶束或除了一阶束以外,也可以将二阶、三阶以及更高阶束(图5中未图示)用于测量中。

[0125] 当监测光刻过程时,期望监测所述光刻束在所述衬底上的聚焦。根据被印制的结

构来确定所述聚焦设定的一种已知的方法通过测量所述被印制的结构的临界尺寸(CD)来进行的。CD是最小特征(例如元件的线宽)的量度。被印制的结构可以是为了聚焦监测而专门形成的目标,诸如线-空间光栅。已知的是,CD通常显示对聚焦的二阶响应,从而在CD(y轴)相对于聚焦(x轴)的曲线图上形成所谓的“柏桑(Bossung curve)曲线”。柏桑曲线是大体上对称的曲线,其围绕表示最佳聚焦的峰值大体上对称。所述柏桑曲线在形状上可以是大体上抛物线形的。这种途径存在若干缺点。一个缺点为:所述方法在最佳聚焦附近显示出低灵敏度(这是由于曲线的抛物线形状)。另一缺点为:所述方法对任何散焦的正负号不敏感(这是因为所述曲线主要围绕最佳聚焦对称)。此外,这种方法尤其对剂量和过程变化(串扰)敏感。

[0126] 为了解决这些问题,设计出基于衍射的聚焦(DBF)。基于衍射的聚焦可使用掩模版上的目标形成特征,该目标形成特征印制具有不对称度的目标,该不对称度取决于在印制期间的聚焦设定。可接着使用基于散射测量的检查方法(例如)通过测量从所述目标衍射的+1阶辐射与-1阶辐射的强度之间的强度不对称性来测量这种不对称度,以获得所述聚焦设定的量度。

[0127] 图6图示了被配置用于基于衍射的聚焦测量的DBF目标形成设计615。所述DBF目标形成设计615包括多个DBF结构620,所述多个DBF结构中的每个DBF结构包括高分辨率子结构625。基本节距(base pitch)的顶部上的高分辨率子结构625产生用于每个DBF结构620的不对称性抗蚀剂轮廓,其中不对称度依赖于聚焦。因此,量测工具可根据使用DBF目标形成设计615而形成的目标来测量不对称度,且将这种不对称度转换成扫描仪聚焦。

[0128] 虽然DBF目标形成设计615实现基于衍射的聚焦测量,但其并不适合于在所有情形中使用。EUV抗蚀剂膜厚度显著地低于在浸没光刻中使用的EUV抗蚀剂膜厚度,这种情形使得难以从形成目标的部分的结构的不对称轮廓提取准确的不对称性信息。另外,这些结构可能不遵照适用于某些产品结构的严格设计约束。在芯片制造过程期间,掩模版上的所有特征必须印制且经受后续处理步骤。半导体制造商使用设计规则作为用以限定特征设计的手段,以确保被印制的特征符合它们的过程要求。这种设计规则的示例与结构的可允许大小或节距有关。另一示例设计规则与图案密度有关,图案密度可以将得到的抗蚀剂图案的密度限定为处于特定范围内。

[0129] 因此,提出使用并不依赖于可能破坏设计规则的非印制特征的目标来监测聚焦。在上文提及的US2016363871A1中,提出使用已形成有介于两个目标之间的“最佳聚焦偏移”dF的一对或更多对目标。如前所述,针对第一目标和第二目标中的每个目标,具有目标参数的测量值(例如,CD或如下文将描述的其它测量结果)的聚焦响应表现为柏桑曲线的形式。然而,最佳聚焦偏移意味着两个柏桑曲线彼此偏移。可接着导出作为如对第一目标所测得的目标属性和如对第二目标所测得的目标属性的函数的聚焦测量结果。下文参考图7描述可如何导出聚焦的具体示例。然而,本领域技术人员将认识到,存在允许根据从第一目标和第二目标所获得的测量值提取聚焦的许多替代方法。虽然以下描述具体论述了使用两个测量值(无论它们是强度值或其它值)的差,但也可以使用其它数学计算和方法来提取聚焦值。例如,可能将测量值中的一个测量值(来自第一目标和第二目标之一)除以另一测量值(来自第一目标和第二目标中的另一个)。

[0130] 图7(a)示出针对第一目标和第二目标两者的目标属性Pt相对于焦距f的曲线图。

所述目标参数可以是可以通过测量获得的目标的任何属性。第一柏桑曲线700对应于第一目标且第二柏桑曲线710对应于第二目标。也示出最佳聚焦偏移dF(柏桑曲线700、710的两个峰值之间的聚焦偏移)。第一目标的目标属性 $P_{t1}$ 和第二目标的目标属性 $P_{t2}$ 可以通过具有以下方程式的柏桑曲线来建模:

$$[0131] \quad P_{t1} = a (F - 1/2dF)^2$$

$$[0132] \quad P_{t2} = a (F + 1/2dF)^2$$

[0133] 在图7(b)中,曲线740是第一目标的目标属性与第二目标的目标属性之间的差 $P_{t2} - P_{t1}$ 随着聚焦改变的曲线图。其中目标重叠的柏桑曲线为聚焦范围720,通过所述聚焦范围,第一目标的目标属性与第二目标的目标属性的差与聚焦有单调的、大致线性的关系。如可看到的,关系740是线性的。 $P_{t2} - P_{t1}$ 指标可以是对例如由剂量和/或过程引起的串扰敏感的。更鲁棒的指标可以是 $(P_{t2} - P_{t1}) / P_{tAV}$ ,其中 $P_{tAV}$ 是 $P_{t2}$ 与 $P_{t1}$ 的平均值。图7(b)中也示出 $(P_{t2} - P_{t1}) / P_{tAV}$ 与聚焦的关系750(虚线)。这种关系也是单调的并且是足够线性的,同时对抗串扰是较鲁棒的。

[0134] 在所图示的特定示例中,关系740或关系750的斜率可由 $2 \cdot dF \cdot a$ 来描述,其中dF是最佳聚焦偏移且a是柏桑曲率。因此,可根据以下方程式(方程式1)获得聚焦F:

$$[0135] \quad F = \frac{P_{t2} - P_{t1}}{2 \cdot dF \cdot a \cdot P_{tAV}}$$

[0136] 其中分母中的 $P_{tAV}$ 是可选的。

[0137] 在本公开的感兴趣的实施例中,通过使用所述光刻设备的有意的像差来印制两个目标,实现在所述两个目标之间引入最佳聚焦偏移。可以应用像差参数的有意的非零设定,其与成对目标之间的设计差异相组合以引发最佳聚焦偏移。如US2016363871A1中所描述的,可以在一种实施方式中通过使用作为这种像差参数的示例的有意的受控的像散来印制所述成对目标,实现引入第一目标与第二目标之间的所述最佳聚焦偏移。正常操作中的像散将会被控制为尽可能接近于零。然而,可经由包括在投影光学器件内的许多操控器将有意的非零像散引入至投影光学器件。许多光刻设备中的投影透镜能够实现充分大的像散偏移以产生最佳聚焦偏移,而没有不想要的波前效应。这种像散将针对处于不同方向的特征引入焦距的差。在实施例中,所述像散可以在水平特征与竖直特征之间引入最佳聚焦偏移。为了利用这种像散,第一目标和第二目标可分别包括水平光栅和竖直光栅(或反之亦然)。应理解,在这种情境下术语“水平”和“竖直”仅指在所述衬底的平面中以彼此正交的方式定向的特征。并没有暗示提及相对于任何外部参考坐标系或相对于重力的任何特定方向。

[0138] 此外参考图7,曲线700可表示水平光栅的属性 $P_t$ ,而曲线710表示竖直光栅的同一属性。所述两个光栅之间的相对最佳的聚焦偏移dF于是取决于像散量。为了增加聚焦灵敏度,可通过增加像散设定来增加所述最佳聚焦偏移,由此增大关系740或关系750的斜率。

[0139] 在以上论述中,应了解,可使用任何目标参数 $P_t$ ,假设所述目标参数 $P_t$ 具有对聚焦的柏桑曲线响应。US2016363871A1的方法使用从由所述第一目标和所述第二目标所散射的辐射的衍射阶获得的强度信号来确定聚焦。具体地说,提出使用来自所述第一目标和所述第二目标中的每个目标的单个衍射阶的强度值以确定聚焦。所提出的方法可使用来自所述第一目标和所述第二目标的对应衍射阶的强度值。例如,所述强度值可以是来自所述第一



目标和所述第二目标的+1(或-1)衍射阶的强度值。替代地或组合地,所述强度值可以是来自所述第一目标和所述第二目标的零衍射阶的强度值。

[0140] 在这种方法的特定示例中,提出使用由所述第一目标散射的辐射的衍射阶的所测得强度与由所述第二目标散射的辐射的对应衍射阶的所测得强度的差dI。这种差在下文被称作“dI指标”,并且是上文提及的更一般的差 $P_{t2}-P_{t1}$ 的示例。然而,dI指标可以是具有将来自第一目标与第二目标的衍射强度进行比较(例如通过将所述强度值中的一个强度值除以另一强度值,而非相减)的效果的任何指标。这种方法非常不同于已知的DBF方法,在已知的DBF方法中,将来自同一目标的相反衍射阶进行比较以获得该目标的不对称性的测量结果。

[0141] 以这种方式使用dI指标会为聚焦测量结果提供良好的信号强度和信噪响应,即使当目标包括浅光栅(例如用于EUV光刻中)时也是这样。

[0142] 如上文提及的,dI指标可以包括由所述第一目标与所述第二目标散射的辐射的零阶的差。以这种方式,可使用具有较小节距的目标。因此,用于所述第一目标和所述第二目标的目标节距可被选择为与任何设计规则一致。此外,较小的目标节距意味着可减小总体目标大小。多个节距也是可能的。

[0143] 在使用一阶衍射辐射的情况下,且由于每个测量仅需要单个一阶,则使用一阶辐射光所需的节距在数值孔径 $NA=1$ 的限制条件下减小至 $\lambda/2$ (其中 $\lambda$ 为检测波长)。目前这种极限值为 $\lambda$ 。这将意味着线性目标尺寸可减小为原先的二分之一的且占据面积减小为原先的四分之一。特别在所述检查设备允许同时采集+和-两个衍射阶的实施例,为了额外的置信度,计算可将使用两个阶的测量结果进行组合。

[0144] 图8(a)图示这种实施例,其中图5中所图示的类型的散射仪用以从水平光栅TH和垂直光栅TV采集正和负衍射阶。这些光栅是已使用引发它们之间的相对最佳的聚焦偏移dF的像散设定而印制在衬底上的目标。在802处图示了所述照射路径IP的光瞳平面中的照射分布。使用分段的孔阑器件13来代替图5中示出的单极孔13S和13N。专利申请US2010201963A1中披露了使用这种分段孔的原理,并且这里将仅简要地描述所述原理。如所看到的,这种分段照射轮廓具有被标注为a和b的两个亮区段,它们相对于彼此成180度对称。在从每个亮区段开始的X方向和Y方向上,所述分布是暗的。这些方向X和Y分别对应于垂直光栅TV和水平光栅TH的周期性的方向。

[0145] 当所述分段照射轮廓802用以在所述水平光栅TH上形成斑S时,所述收集路径CP的光瞳平面中的辐射的分布变得如804(H)处示出的那样。亮区 $H_{a0}$ 和 $H_{b0}$ 表示来自目标的零阶衍射信号,而区 $H_{+1}$ 和 $H_{-1}$ 表示已在Y方向上衍射的+1和-1阶衍射信号,Y方向为所述水平光栅TH的周期性的方向。当同一段照射轮廓802用以在所述垂直光栅TV上形成斑S时,所述收集路径CP的光瞳平面中的辐射的分布变得如804(V)处示出的那样。亮区 $V_{a0}$ 和 $V_{b0}$ 表示来自目标的零阶衍射信号,而区 $V_{+1}$ 和 $V_{-1}$ 表示已在X方向上衍射的+1和-1阶衍射信号,X方向为所述垂直光栅TV的周期性的方向。

[0146] 如插图细节806和808中所图示的,形成所述第一目标和所述第二目标的光栅可被设计为具有不相等的线-空间比率,也被称作占空比。所述光栅的空间周期或节距P在两个设计中是相同的,但设计806具有的线比空间更宽,而设计808具有的线比空间更窄。设计可由节距P和线宽CD这样的参数来描述,节距P和线宽CD可便利地以 $CD/\text{节距}$ 比率的方式被写在一起。例如,周期为600纳米且线宽为450纳米的光栅设计806可由为450/600的 $CD/\text{节距}$ 比

率的光栅设计来描述,而周期为600纳米且线宽为150纳米的光栅设计808可由为150/600的CD/节距比率来描述。在节距为450纳米的另一设计中,可以将相似的占空比表达为375/450或75/450的CD/节距比率。

[0147] 通常,将不会使用占空比接近50% (例如300/300) 的目标,这是因为它们通常示出对聚焦变化的低灵敏度(由于无柏桑曲率),且因此仅提供弱聚焦信号。然而,存在着50%的占空比起作用的情况,尤其是在若自定义曝光剂量以实现较大的聚焦灵敏度的情况下(实际上这是对使用低占空比聚焦目标的替代方案)。

[0148] 图8(b)图示在特定像散设定下,针对所述成对目标TH和TV,特定衍射信号(在这种情况下为+1阶)的响应所隐含的柏桑曲线。图8(c)图示由在某一聚焦测量结果范围上的两个柏桑曲线之间的差引起的dI指标,更具体地是归一化的dI指标或dI/I。这种dI指标曲线850对应于图7的曲线750。曲线850的斜率是向下的而非向上的,但只要其是单调的,这种情形就无关紧要。所述最佳聚焦偏移dF的正负号、以及(因此)曲线750/850的斜率的方向在某种程度上任意地取决于衍射阶的选择、像散设定的正负号、以及为了获得dI指标而执行的减法或除法的次序。

[0149] 在使用图7和图8的方法以在给定的情形下测量聚焦之前,将曝光校准晶片或晶片,其中许多相同的目标图案是在聚焦误差和剂量误差的不同的已知值的情况下被印制的。这种类型的晶片是众所周知的且被称为FEM(即聚焦-曝光矩阵)晶片,例如在专利US5,856,052(Leroux)中描述的,所述专利的内容通过引用并入本发明中。绘制通过测量已在已知聚焦误差范围内印制的多对目标来获得的dI指标,会得到曲线850,所述曲线接着被储存为校准曲线以用于对不是FEM晶片但在名义最佳聚焦下被印制的晶片进行未来的聚焦量测。可以在随机化的聚焦和剂量变化下曝光所述FEM晶片,这有助于从校准中移除系统误差。可使用任何期望的方案。以下示例假定“全场随机”FEM(FFRFEM)方案,其中完整掩模版图像被完全地曝光于场中。替代地,可使用小场随机FEM,其中掩模版图像被部分地曝光于场中。

[0150] 取决于方法和目标设计,给定的聚焦量测方法可适用于产品晶片,或仅适用于被独占地处理以用于性能测量和先进过程控制的监测晶片。聚焦量测技术另外可适用于“提前发送”晶片,其是被选择以用于在处理整个批次的晶片之前图案化的产品晶片。在曝光之后显影并测量所述提前发送晶片,接着将其剥离且利用新鲜的抗蚀剂涂覆以与所述批次的其它晶片一起处理。虽然图6的DBF方法可与印制产品特征同时地执行,但图8的基于像散的方法(简称为ABF)依赖于通常不适于印制产品晶片的像差设定。因此,所述ABF方法是更适合于专用监测晶片或提前发送晶片的技术。

[0151] 以这种方式,已知的是使用如已公布的专利申请US2016363871A1中呈现的所述ABF方法来测量扫描仪类型的光刻设备的聚焦误差。所述像散对两个光栅TH和VH的影响不同。理论上,如由来自散射仪的一阶衍射信号和/或其它信号所测量的光栅的柏桑曲线将远离彼此移动,如图8(b)中示出的,且柏桑曲线的顶部之间的距离dF与像散的设定值成比例。像散控制参数用以在从包括具有相同节距的水平光栅和垂直光栅两者的掩模版MA来印制目标图案的同时应用所述像差设定。被称为Z5(泽尼克系数5)的特定参数是对像散的主导贡献因素,但其它系数也与像散相关,例如Z12。实践中方便的是限定单个“像散”控制参数,其是Z5和具有较小加权的其它系数(诸如Z12)的线性组合,而不是独立地控制这些较小的

参数。

[0152] 使用图5的设备和图8的ABF方法进行散射测量允许以高的精度和生产量进行聚焦测量。当前,所述ABF方法用以在以EUV为基础的光刻制造中测量聚焦以用于监测性能并且应用先进过程控制校正。

[0153] 可以示出,因此获得的校准曲线的斜率与在曝光期间存在于扫描仪上的像散量(主要地是系数Z5)成比例。实践中,这是被注入的像散的组合量,加上已经存在的扫描仪残余像散水平。

[0154] 像散漂移的校正和测量

[0155] ABF方法在大容量制造中是方便的。然而,假定实际上由某一像差设定来实现的像差(像散)是随着时间推移而不变的。实践中,像散和聚焦的漂移可以在给定的光刻设备中发生。这种漂移是不期望的,这是因为其影响了ABF确定的聚焦的准确度。本发明的一些方面旨在允许监测这种漂移,使得可以在像散和聚焦漂移过大之前对扫描仪采取适当措施。另外,像散漂移的准确测量将允许更佳地了解像散“指纹”,换言之,即在扫描曝光期间跨越被图案化的辐射的缝隙的像散的变化。这允许更好地测量跨越所述缝隙的聚焦指纹,且允许进行更好的校正以实现聚焦均一性。可以直接地确定在校准时间处的像散参数,作为跨越所述FEM晶片而测得的两个一阶柏桑曲线之间的聚焦移位。这可以在各种缝隙位置处进行,从而关注曲率和在缝隙上的较高阶变化。

[0156] 不同方法可以用以监测像散且识别任何漂移。专利US6650399中所披露的ILIAS传感器可以用以测量所述像散,以及所述投影系统PS的其它像差参数。然而,这种传感器可并非总是可用的,且将会感兴趣的是能够在不依赖其它传感器的情况下监测所述像差参数。这些其它传感器自身可例如由于在EUV系统环境中的污染而遭受漂移。US6650399的内容通过引用并入本发明中。

[0157] 另外,用于测量聚焦准确度的独立的方法是可用的,诸如欧洲专利申请EP2063321A2中描述的FOCAL方法。周期性FOCAL测试可以用以测量像散。FOCAL也可以用于测量平均聚焦,其使得对于聚焦和像散进行监测是可能的。然而,FOCAL读出可能花费大量时间,从而降低昂贵的光刻设备的可用性。EP2063321A2内容通过引用并入本发明中。

[0158] 在本发明的此章节中,描述了使用散射测量来监测这些漂移的替代方式。所披露的方法可例如用以频繁地监测漂移,使得仅在设置阶段且偶尔在这之后需要使用FOCAL进行测量。

[0159] 在本发明的稍后段落中,描述了测量漂移且也测量场内和场间指纹的另外的替代方式,从而进一步降低或甚至消除对诸如在光刻设备上耗时的FOCAL之类的方法的需要(参见图18和图19的描述)。

[0160] 此外参考图8(c),期望所述校准曲线850的形状和位置并不随时间改变。实际上,已观察到,所述校准曲线随时间改变其形状和位置。显然,原则上这使得校准不可靠,且因此通过使用所述ABF方法来确定的所述聚焦指纹也变得不可靠。这种形状改变的一个原因被认为是由于像散的漂移。由于像散增大或减小,因此实际响应的斜率相对于所储存的校准曲线将增大或减小。

[0161] 如图9中示出的,研究已示出存在共同的“锚点”,其针对在不同像散值所产生的不同斜率的曲线而保持稳定。本发明中提出,通过对使用两个或更多个不同的像差设定来印

制的多对校准目标进行测量并且识别所述锚点以用于针对未来的参考,来获得额外的校准信息。这种额外的校准信息可以用以例如区分聚焦漂移与像散漂移的效果。

[0162] 在所述图中,每个曲线902、904等是通过在如上文描述的FFRFEM晶片中印制多对目标来获得的。AST100意味着用于FFRFEM晶片的曝光中的所述像散设定为100纳米,AST175意味着其为175纳米,等等。当例如通过使用FOCAL和/或ILIAS方法来新近地验证所述光刻设备的设置时捕获到这些曲线。选择这些像散设定中的一个像散设定(例如200纳米)作为用于在所述光刻设备的未来操作期间用于ABF测量的设定,并且将对应的曲线904储存为校准曲线以用于那些测量。锚点910通过其坐标来识别、由测量轴线(dI/I)和聚焦轴线F上的圆点来标记。锚点坐标接着被储存为额外的校准信息以供使用,如下文描述的。

[0163] 现在参考图10(a),在原始校准过程中获得的与图9中示出的曲线相似的曲线904被示出为参考曲线。(锚点910的坐标并不与在图9中的相同,这仅因为已对不同的过程进行图10中的测量)。已通过以相同的像散设定200纳米对新FFRFEM晶片进行曝光来获得更新后的校准曲线1004。校准曲线1004相对于参考曲线904的位置的改变是由于所述光刻设备的聚焦漂移,这意味着实际上实现的聚焦不再确切对应于设定的“聚焦”。在所述图中,这导致校准曲线的水平移位。

[0164] 通过比较更新后的校准曲线1004与参考曲线904和锚点910,在无需其它仪器和工序的情况下,不仅可识别这种聚焦漂移,而且可识别由像散漂移造成的形状的改变。如图10(b)中示出的,可以通过使更新后的校准曲线1004移位以穿过锚点910,来将所述更新后的校准曲线1004调整至新位置1004'。所需的调整量(直接地或间接地)提供自从进行图9中示出的校准测量以来已发生的聚焦漂移量的量度。将在下文更详细地描述这些步骤的实施方式。

[0165] 如也可以看到的,即使在其位置已被调整之后,更新后的校准曲线1004'由于形状的改变而仍不会确切遵循参考曲线904。可接着基于这种形状改变获得像散漂移的定量量度。已经执行了以这种方式所获得的最佳聚焦和像散的值与独立的FOCAL测量结果良好地相关的试验。以这种方式进行的像散的测量避免了对使用例如ILIAS传感器进行独立测量的需要,且不受这种传感器中的不准确性和漂移的影响。

[0166] 图11是根据示例性实施例的用于在光刻过程期间对于聚焦参数进行监测的方法的步骤的流程图。接着将描述支持这些步骤的校准方法。所述步骤如下,且接着在后文中更详细地描述:

[0167] 1100-开始。

[0168] 1111-以非零像差设定来印制第一目标和第二目标,由此引发相对最佳的聚焦偏移;

[0169] 1120-根据对于第一目标的检查来执行第一测量以获得第一测量值;

[0170] 1130-根据对于第二目标的检查来执行第二测量以获得第二测量值;

[0171] 1140-使用校准信息根据第一测量值与第二测量值的差来计算聚焦;

[0172] 1150-将计算的聚焦测量结果用于后续曝光的聚焦设定中。

[0173] 1160-结束。

[0174] 在步骤1111处,将(至少)第一目标和第二目标印制成具有如已经描述的相对最佳的聚焦偏移。可例如经由掩模版上的形成所述第一目标与第二目标的目标形成结构之间的

相对深度偏移而引入所述相对最佳的聚焦偏移。替代地,可经由在所述光刻系统的投影光学器件中引发像差(诸如像散)的非零像差设定,来引入相对最佳的聚焦偏移。

[0175] 在步骤1120处,根据对于所述第一目标的检查来执行第一测量以获得用于目标参数的第一测量值。在实施例中,这种第一测量结果可涉及由所述第一目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数)。例如,可使用本发明所描述的散射仪装置中的任一散射仪装置来获得这种第一测量结果。也预期到,在本公开的范围内,所述第一测量结果是CD测量结果(不论是使用散射仪、扫描电子显微镜、或其它合适的器件来获得)、或者是具有与聚焦有关系的柏桑曲线的参数的任何其他测量结果。

[0176] 在步骤1130处,根据对于所述第二目标的检查来执行第二测量以获得用于目标参数的第二测量值。应使用与第一测量相同的方法来执行这种第二测量。在所述第一测量结果涉及由所述第一目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数)的情况下,所述第二测量结果应涉及由第二目标散射的辐射的相同的衍射阶。所述衍射阶可以是一阶衍射阶或零衍射阶中的任一衍射阶。然而,也可以使用更高衍射阶且更高衍射阶在本公开的范围内。如果印制了多于两个目标,则可进行另外的测量。这些额外的目标可以各自包括与所述第一目标和/或所述第二目标的最佳聚焦偏移不同的最佳聚焦偏移。

[0177] 为简单起见,出于本发明示例的目的,可设想使用图5的散射仪的光瞳图像传感器19来连续地执行步骤1120和1130,以获取比如图8中示出的衍射光瞳图像这样的衍射光瞳图像。然而,在其它实施例中,可以将步骤1120和步骤1130执行为单个步骤,使得在单次获取中获得第一测量值和第二测量值。另外,在多于一对目标正在被测量的情况下,可以在单次获取中测量两对或更多对以获得对应数目的测量值。具有不同节距的两对光栅可以用于向测量结果增加多样性或差异(diversity),从而例如使得所述方法针对除聚焦外的过程变化是较鲁棒的。

[0178] 在特定示例中,诸如图5中所图示的测量装置可以用以使用所述成像光学系统22和传感器23来测量包括多个单独的目标(单独的周期性结构或光栅)的复合目标。复合目标的光栅可以被紧密地定位在一起使得所述光栅将都在由量测设备的照射束形成的图像场或测量斑内。以这种方式,光栅可全部被同时照射且同时成像在成像分支检测器23上。可接着处理这些图像以识别光栅的分离的图像,且从这些图像提取用于每个光栅的衍射信号。

[0179] 在步骤1140处,根据第一测量值和第二测量值计算影响每个目标对的聚焦误差。可使用如上文描述的dI指标来执行这种计算。使用存储的校准曲线以将dI指标转换至聚焦误差测量结果中。在测量多于一对目标和/或测量针对每对目标的多于一个衍射阶的情况下,可以将这些目标和/或衍射阶的测量进行组合以改进准确度。

[0180] 在步骤1150处,所计算的聚焦可接着在后续的光刻过程期间用于聚焦参数监测中,以便在曝光期间维持聚焦准确度和一致性。

[0181] 应理解,上述步骤通常并行地应用至跨越场和跨越衬底而分布的许多目标,以测量所述光刻设备的聚焦“指纹”。

[0182] 除步骤1100至1150以外,流程图也图示了对所述聚焦测量方法进行校准的方法中的主要步骤。在初步步骤1170和1172中,使用除用于步骤1120和1130中的散射仪之外的传感器以及多种方法来进行聚焦性能和像散的测量。例如,这可包括上文提及的FOCAL和ILIAS方法。

[0183] 在选配方案设置阶段中,在步骤1174、1176等中曝光具有不同像散值的至少两个FFRFEM晶片,以获得多个校准曲线902、904等。在步骤1180中,比较在步骤1174、1176等中获得的校准曲线,如图9中示出的,以确定锚点910。理论上,不同像散的校准曲线在同一点处彼此相交,且这也被真实数据证实。保存了限定锚点910的参数以供稍后使用。

[0184] 在1182处,选择参考校准曲线,其为上述示例中的曲线904。将计算相对于这种参考校准曲线的像散和/或聚焦漂移。这种参考曲线最初也可以用于步骤1140中,如由虚线示出的。

[0185] 在步骤1184中,可基于步骤1174至1176等中获得的校准曲线的集合来产生数学模型1186以用于像散漂移计算。可限定用于对测量选配方案进行优化的关键性能指标(KPI)。一个合适的KPI是像散串扰,其指示每单位(例如每纳米)像散改变的聚焦测量结果误差。则所述模型是像散串扰与像散之间的相关性。可使用多项式模型以在存在多于2个数据点的情况下进行拟合。另外也可以使用线性拟合。存在着在所述ABF设置步骤1174、1176等中曝光的具有不同像散值的两个或更多个FFRFEM晶片,且来自FFRFEM晶片的数据点可以用以创建模型。

[0186] 从这种步骤前进,所述方法进入监测阶段,由步骤1190至1194表示。在可作为监测过程的一部分而周期性地重复的步骤1190中,对新的校准晶片进行曝光且从其测量更新后的校准曲线1004。用以在新校准晶片中印制多对目标的像散设定是与用以在先前获得的校准数据中获取参考校准曲线904的像散设定相同的。在这种监测阶段中没有必要保持利用不同的像差设定进行校准晶片。

[0187] 在1192处,使用锚点信息910以确定自从产生所述参考曲线以来是否已发生性能的漂移。如果新校准曲线1004并未穿过锚点,则已识别出性能的漂移。锚点信息910可以用以产生更新后的校准曲线的调整版本1004',以用于聚焦测量步骤1140。存在着用以产生更新后的校准曲线的调整版本的不同方式。

[0188] 在一个实施方式中,使用锚点910的所存储的聚焦坐标以识别更新后的校准曲线1004上的点1010。接着使更新后的校准曲线1004向上或向下移位直至其与所述参考曲线共享锚点。这给出经调整的更新后的校准曲线1004',如图10(a)和(b)中所图示的。在锚点的聚焦处计算所测量的属性,在这种情况下是所述参考校准曲线904与更新后的校准曲线1004的 $dI/I$ 。点910与1010之间的所测量的属性的差被标注为 $\Delta dI/I$ ,且表示如下与聚焦漂移有关的性能漂移。

[0189] 步骤1194涉及计算和报告包括聚焦漂移 $\Delta F$ 和/或像散漂移 $\Delta AST$ 的性能漂移的测量结果。在这种示例实施方式中,为了获得聚焦漂移,针对参考校准曲线904计算所述锚点处的斜率。接着将聚焦漂移( $\Delta F$ )计算为:

$$[0190] \quad \Delta F = \frac{\Delta dI/I}{\text{斜率}}$$

[0191] 可接着根据报告所计算出的聚焦漂移,以用于在未来对所述光刻工具的聚焦控制设定进行更新。

[0192] 在替代实施方案中,使用锚点910的所测得的属性坐标 $dI/I$ 来更直接地识别所述聚焦漂移。在所述情况下,识别出其中校准曲线1004的测量值与锚点的测量值相同的点1012。这种点1012的聚焦坐标与锚点910的所存储的聚焦坐标之间的差用作聚焦漂移 $\Delta F$ 的

量度,如所标注的。接着通过依据图10中的轴线使曲线1004向左或向右移位,而非向上或向下移位,从而产生经调整的更新后的校准曲线1004。

[0193] 在实验中,对聚焦漂移进行测量(在利用使用FOCAL方法进行测量的初始校准之后)的上述方法已被示出为与使用FOCAL方法进行的对于聚焦的更新后的测量一致。第一实施方式(向上和向下调整)已被发现在这种方面稍微优于替代实施方案。

[0194] 也在步骤1194中计算所述像散漂移。在步骤1192中使所述校准曲线移位之后,曲线1004'的形状仍不与所述参考曲线904确切相同。这种形状差用以测量所述投影系统的其它参数的漂移,且特别是像散漂移。在一个实施方式中,计算两个校准曲线904、1004'之间的加权平均聚焦匹配误差。用以计算所述聚焦匹配误差的加权因子、聚焦步阶(focus step)和聚焦范围与用以限定上文提及的数学模型1186的加权因子、聚焦步阶和聚焦范围相同。

[0195] 为简单起见,假定来自步骤1184的数学模型1186为如下形式的线性模型:

$$[0196] \quad AST\_X\_talk = A * X + B$$

[0197] 其中X为针对新晶片的FFRFEM晶片曝光的像散。且A和B为模型系数。如果存在像散漂移,则确切值AST是未知的。

[0198] AST\_X\_talk的定义如下:

$$[0199] \quad AST\_X\_talk = \frac{Weighted\_mean\_focus\_error}{AST\_difference}$$

[0200] 组合上述两个方程式,得到:

$$[0201] \quad A * X + B = \frac{Weighted\_mean\_focus\_error}{AST\_difference}$$

[0202] 其中AST\_difference = X - X0,并且X0为用于步骤1184中的名义像散值。名义像散是被选择为用于创建所述ABF选配方案的最佳像散的两个或更多个像散值中的一个像散值,即用以获得参考校准曲线904的像散设定。

[0203] 由于已知A、B、X0和Weighted\_mean\_focus\_error,因此可对方程式进行求解以获得X值,其为当设定所述名义像散时实现的实际像散。此外,实验已示出:以这种方式测量的像散漂移与当利用FOCAL方法独立地进行测量时的像散良好地一致。

[0204] 因此,根据本发明的一些方面,已披露了可使用ABF方法和印制在校准晶片上的多对目标来对光刻设备的像散漂移进行测量的方法。与常规FOCAL方法相比,可使用散射仪来相对较快地获得这些测量结果。本工况的实施例接着包括更新所述光刻设备的设定以用于对未来的衬底进行图案化。

[0205] 已披露了用于改进和更新可被应用以准确地对光刻设备的聚焦指纹进行测量、监测和控制的聚焦测量方法的校准的方法。可根据需要分别测量和报告场间和/或场内的聚焦指纹。改进的聚焦指纹可以用以利用所述ABF技术的潜力用于大容量、高密度的聚焦测量,且因此能够实现先进过程控制和计算量测技术。

[0206] 对ABF方法的其它改进

[0207] 回想图8和基于像散的聚焦(ABF)方法的原理。在这种方法中,使用散射仪来测量具有线的不同定向的多对目标光栅TH和TV,以获得一些差指标,诸如dI/I。当在这些目标的

印制中应用诸如像散偏移之类的非零像差设定时,在“水平”特征与“竖直”特征之间出现相对最佳的聚焦偏移。利用适当的设计,差指标dI/I变得单调地依赖于聚焦,且可以用以测量跨越衬底的聚焦性能。

[0208] 出于引言中所解释的原因,ABF相比于基于衍射的聚焦(DBF)方法具有一些益处。另外,所述ABF技术在散射仪性能方面可更鲁棒,这是因为不使用不对称特征。为了过程鲁棒性,可以应用双目标设计,如上文提及的(例如,不同CD和/或节距)。

[0209] 然而,在非理想条件下,ABF也会出错即有误差。作为示例,ABF聚焦测量是对水平特征与竖直特征之间的印制性能的差敏感的,所述差可被误认为是由像差设定有意地引发的差。所述差将被简称为H/V差。稳定的H/V差可产生对其它性能参数(交叉项)敏感的结果。依赖于其原因,H/V差可随着时间推移和/或在晶片上变化。

[0210] H/V性能偏移的示例原因可以是掩模版的写入误差、投影系统中的照射或透射非对称性。投影系统以及掩模支撑件MT和衬底台WT控制时的振动会引起被称为MSD的模糊效应。在不同方向MSD<sub>x</sub>和MSD<sub>y</sub>上的MSD可不同。MSD差将很可能将在晶片上变化,其它差至少将在投影缝隙内或场内稳定。

[0211] 将披露用以减小在印制ABF量测目标时H/V差的影响的各种技术。为了辅助解释这些各种技术,将呈现ABF方法的一些数学表示和所述ABF方法所隐含的原理。较简单的差指标dI将用作示例。同样的推理适用于归一化的差指标dI/I。

[0212] 如图7和图8中所看到的,ABF技术由于在相同的聚焦误差F的情况下在同时印制的一对目标之间引发的相对最佳的聚焦偏移dF而得到聚焦信息。在下文参考图16和图17描述的替代方法中,这种项dF直接来自在不同时间印制的目标之间的聚焦偏移,但柏桑曲线的数学形式是相同的。

[0213] 柏桑曲线的最简单模型为抛物线。这种抛物线模型提供了下列的作为聚焦F的函数的两个柏桑曲线B1和B2的关系:

$$[0214] \quad \bullet B1 = c(F+1/2dF)^2$$

$$[0215] \quad \bullet B2 = c(F-1/2dF)^2$$

$$[0216] \quad \bullet B1 - B2 = (2c dF) F$$

$$[0217] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = 0$$

[0218] 在这些关系中,c为常数。虽然柏桑曲线在F上为二次的(抛物线的),但差指标dI = B1 - B2为线性的(参见图7中的曲线740)。所述差指标的斜率取决于所述最佳聚焦偏移dF和引发其的像差设定等等。条件F=0对应于在印制所述一对目标时的零聚焦误差。

[0219] 作为替代方案,可考虑用于柏桑曲线B1和B2的4阶模型:

$$[0220] \quad \bullet B1 = c1(F+1/2dF)^2 + c2(F+1/2dF)^4$$

$$[0221] \quad \bullet B2 = c1(F-1/2dF)^2 + c2(F-1/2dF)^4$$

$$[0222] \quad \bullet B1 - B2 = (2c1dF)F + 4c2dF F(F^2 + 1/4dF^2)$$

$$[0223] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = 0$$

[0224] 在这种情况下,c1和c2为常数。在这种情况下,差指标B1 - B2具有三阶(立方)聚焦依赖性,换言之即S形校准曲线。

[0225] 上述关系是理想的,且当前出于诸如已经提及的原因之类的原因而考虑在真实系统中出现的各种非理想条件的影响。



[0226] 首先,考虑在柏桑曲线中的一条柏桑曲线中诸如可以由所述投影系统中的差对比度影响、或所述量测工具(散射仪)中的H/V差造成的竖直偏移的影响。使用较简单的抛物线模型,在上述关系中引入竖直偏移d,并且具有以下效应:

$$[0227] \quad \bullet B1 = c (F+1/2dF)^2 + d$$

$$[0228] \quad \bullet B2 = c (F-1/2dF)^2$$

$$[0229] \quad \bullet B1 - B2 = (2c - dF)F + d$$

$$[0230] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = -d / (2cdF)$$

[0231] 现在看到差指标B1-B2具有线性的形式,但具有偏移使得当所述差指标为零时所述聚焦误差不再为零。此外,所述差指标为零处的聚焦误差F的量取决于所述最佳聚焦偏移dF。

[0232] 第二,考虑柏桑缩放的影响,其中柏桑曲线中的一条柏桑曲线相对于另一条放大。这也可以由当印制所述目标时在所述投影系统PS中的H/V对比度差造成,和/或当进行测量时在所述散射仪中的信号缩放造成。将比例因子(1+γ)应用至曲线B1,并且具有以下效应:

$$[0233] \quad \bullet B1 = (1 + \gamma) c (F+1/2dF)^2$$

$$[0234] \quad \bullet B2 = c (F-1/2dF)^2$$

$$[0235] \quad \bullet B1 - B2 = (2c - dF)F + \gamma c (F+1/2dF)^2$$

$$[0236] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = -1/2 \gamma (F+1/2dF)^2 / dF$$

[0237] 所述差指标B1-B2中的第二项指示了作为自身被柏桑成形的所述差指标的偏移。此外,差指标为零处的聚焦误差F的量取决于最佳聚焦偏移dF。

[0238] 第三,考虑柏桑不对称性的影响,其中在柏桑曲线左侧与右侧之间存在差。例如,这种效应可由所述投影系统中的非对称成像造成。其也可以由诸如散射仪之类的检查设备的响应的不对称性造成(或看起来由诸如散射仪之类的检查设备的响应的不对称性造成)。出于聚焦测量的目的,仅在使用具有不同的不对称响应的不同散射仪来进行聚焦测量的情况下所述散射仪响应的不对称性将会是显著的。利用额外的参数dc表达的关系如下:

$$[0239] \quad \bullet B1 = (c+1/2dc) (F+1/2dF)^2$$

$$[0240] \quad \bullet B2 = (c-1/2dc) (F-1/2dF)^2$$

$$[0241] \quad \bullet B1 - B2 = (2c - dF)F + dc (F+1/2dF)^2$$

$$[0242] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = -dc (F+1/2dF)^2 / (2c - dF)$$

[0243] 所述影响实际上与先前情况(柏桑缩放)相似。所述差指标B1-B2中的第二项指示了自身被柏桑成形的所述差指标的偏移。此外,差指标为零处的聚焦误差F的量取决于所述最佳聚焦偏移dF。

[0244] 第四情况是与泽尼克系数Z9相关的柏桑倾斜或倾角(Bossungtilt)的影响,其也可以被认为是不对称的最佳聚焦偏移。利用额外的参数e来表达关系如下:

$$[0245] \quad \bullet B1 = c (F+1/2dF)^2 + e (F+1/2dF)$$

$$[0246] \quad \bullet B2 = c (F-1/2dF)^2 + e (F-1/2dF)$$

$$[0247] \quad \bullet B1 - B2 = (2c - dF)F + e dF$$

$$[0248] \quad \bullet B1 - B2 = 0 @ F = -e / (2c)$$

[0249] 在这种情况下,看到依赖于相对最佳的聚焦偏移dF的不同指标B1-B2的偏移。然而,所述差指标为零(-e/2c)处的散焦值与dF无关。

[0250] 在已识别上述四种情况的情况下,可以在一阶中将其它效应的范围解释为上述效应的等效物。例如,局部柏桑形状是局部地类似于柏桑偏移。

[0251] 现在参考图12,提出了:通过组合来自已被印制为具有像差设定(例如像散)的相反值的多对目标的测量结果,来改进ABF测量相对于像差漂移和上文识别的其它效应的鲁棒性。

[0252] 图12(a)示出两个衬底W1、W2,其中每个衬底已被印制为具有在由ABF方法在聚焦量测中用作目标的多对水平光栅和竖直光栅。在第一衬底W1上,已使用在所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移的第一像差设定来印制第一目标TH+和第二目标TV+。标签+AST指示这种第一设定,其例如为正像散设定。在第二衬底W1上,已使用在所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移的第二像差设定来印制第二目标TH-和第二目标TV-。标签-AST指示这种第二设定,其例如为负像散设定。

[0253] 图12(b)示出另一实施方案,其中两对目标TH+、TV+和TH-、TV-被并排印制在单个衬底W上。在同一抗蚀剂层中,使用第一曝光步骤EX1来印制第一对目标TH+、TV+,且接着使用第二曝光EX2来印制第二对目标TH-、TV-。在两次曝光之间应用小位置偏移,使得目标在抗蚀剂中并排地呈现,且未被重叠。仅在两次曝光之后从所述光刻设备移除衬底,且使抗蚀剂材料中的图案显影并且利用散射仪来测量抗蚀剂材料中的图案。这种方法具有速度优点且使用比图12(a)的示例更少的衬底,且确保所述投影系统的性能在多对目标之间尽可能不变。另外,所述两个实施方案是等效的。

[0254] 提出正像差设定+AST与负像差设定-AST的量值相等且正负号相反。在所述情况下,假定所述像差设定如所预期的那样起作用,相对最佳的聚焦偏移dF也将是相等的且正负号相反。接着,当导出聚焦测量结果时,可例如通过简单的平均值将从两对目标获得的差指标dI或dI/I进行组合。因为相对最佳的聚焦偏移相等且相反,所以由上文所论述的效应造成的某些误差项将被消去,且组合的测量结果将相对于这些误差是鲁棒的。

[0255] 例如,从以上所考虑的第四效应回想起,所述差指标具有偏移项(e dF)。如果将两个测量结果与相反的偏移项组合,则会消除所述聚焦测量结果中的误差的源。换句话说,将来自利用正和负像差设定两者印制的目标的测量结果进行组合,将会使得所述方法相对于柏桑倾角(球面像差Z9)的效应是鲁棒的。在第二情境和第三情境的情况下,所述偏移项并不简单地与dF成比例,但仍通过利用正和负dF进行测量,效应很可能被降低。

[0256] 虽然相等且相反的像差设定是有利的,但可以通过选择至少正负号不同(如果量值不等)的像差设定来获得一些益处。正负号的差将在大多数实施方案中涉及正号和负号,但原则上所述像差设定中的一个像差设定可以是零且另一个像差设定为正或负。

[0257] 除了改进相对于以上描述的效应的鲁棒性以外,将来自利用正和负像差设定两者印制的目标的测量结果进行组合也可以减轻ABF方法的像差性能的漂移的效应。如上文已经参考图9至图11描述的,真实的光刻设备可能经受性能的漂移,使得使用给定的像差设定获得的实际像差(像散)不再是最初的像差。

[0258] 例如,假设已选择100纳米的像散设定作为用于对ABF目标进行印制和测量的选配方案的部分。如果给定的光刻设备中的所述投影系统PS的像散从零漂移至比如5纳米,则当预期100纳米时,非零设定AST=100纳米将造成105纳米的像散。这种像散改变将会改变被印制的目标dF。使用在漂移发生之前所获得的校准信息进行聚焦的测量将不再准确。

[0259] 现在如果利用正和负设定两者(即AST=+100纳米和AST=-100纳米)来印制目标,则利用105纳米的像散印制一个目标对(TH+,TV+),利用-95纳米而非-100纳米的像散来印制另一目标对(TH-,TV-)。这意味着当测量两对目标时,5纳米的性能漂移的效应大体上相反。对来自相反的设定的差指标求平均值会大体上回到期望的结果。

[0260] 将 $dI/I$ 用作差指标,将上述内容概述如下。利用单对目标,则所述测量结果基于值:

$$[0261] \quad dI/I = (H-V) / (H+V)$$

[0262] 其中每个字母H代表从目标TH获得的某一衍射信号的强度,等等。应用正和负像差设定,可将来自不同目标的强度H+和H-等进行组合以获得平均差指标如下:

$$[0263] \quad (dI/I)_{AVE} = \{ (H_+ - V_+) / (H_+ + V_+) \} - \{ (H_- - V_-) / (H_- + V_-) \}$$

[0264] 其中H+为来自目标TH+的强度,等等。通过将两个单独的 $dI/I$ 指标相减来计算平均差指标,这是因为感兴趣的是作为聚焦的量的平均量值,并且针对这两对的差指标将具有相反的正负号。

[0265] 然而,上述方程式并非可使用唯一的表达式。可以在计算所述差指标之前而非在计算差指标之后将来自正和负目标的测量结果进行组合。因此,可发现可替代地使用等效表达式,诸如:

$$[0266] \quad (dI/I)_{AVE} = \{ (H_+ - H_-) / (H_+ + H_-) \} - \{ (V_+ - V_-) / (V_+ + V_-) \}$$

[0267] 上述方法提供相对于像散漂移是鲁棒的、但本身并不提供像散漂移的量的测量方法。如果想要像散漂移的测量结果,则可使用图9至图11的方法。可根据需要应用额外的或替代的方法,包括下文将进一步描述的方法。

[0268] 可以在另外的不同条件下印制额外的多对目标且将它们的测量结果与以上描述的那些测量结果进行组合,以进一步改进总体方法的鲁棒性。实施者的问题在于,额外的印制和测量的负担(overhead)是否通过可获得的额外的准确度和/或额外的诊断信息来论证。例如,由于除期望的ABF方法之外的效应所导致的H/V差可以通过在诸如例如照射轮廓中的极不平衡性(pole imbalance)的不同设定下印制额外的目标对、或在扫描操作中引入X/Y对比度差(可引入扫描偏斜或扫描缩放)来移除。可以通过在不同旋转下测量相同目标多于一次来捕获和校正所述散射仪的H/V差。

[0269] 这些效应中的一些将为相当静态的,使得额外的曝光和测量仅为改进所述校准信息所需的,且并非每次进行测量时所需的,且可能并非每当对基本校准进行更新时所需的。其它时候,可能期望每次印制多对目标。

[0270] 图13示出包括多于一对目标的另一目标设计。第一对目标包括水平光栅TH1和垂直光栅TV1。第二对目标包括水平光栅TH2和垂直光栅TV2。第一对目标的光栅具有第一线-空间宽度,而第二对目标的光栅具有第二线-空间宽度比率。通常,可以通过印制并测量具有不同节距和/或线宽的多对目标来获得额外的鲁棒性。

[0271] 在所图示的特定示例中,两对中的节距相同。例如,节距可能为600纳米或其可能为450纳米。节距与测量辐射的波长相当。在第一对光栅TH1和TV1中,线比空间更宽,而第二对光栅具有的空间比线更宽。在简单的示例中,第一线-空间宽度比率为第二线-空间宽度比率的倒数。例如,第一对目标的CD/节距参数可以是450/600,而第二对目标的CD/节距参数可以是150/600。

[0272] “线”光栅和“空间”光栅这种布置适合于解决所述ABF测量结果可能对局部MSD<sub>x</sub>相对于MSD<sub>y</sub>差较敏感的问题。代表“平均标准偏差”的MSD实际上为由所述光刻设备的各种定位子系统动态定位误差(伺服误差、振动等)造成的模糊效应。这些MSD效应可针对水平特征和竖直特征非常不同,因此可被误认为是所述ABF方法中的像散的效应。然而,另外,所述MSD效应将在图13中示出的类型的线和空间目标的情况下具有相反的效应。使用来自图13中所图示的一对线目标和所述一对空间目标的dI测量结果,可(在很大程度上)通过在一个测量结果中减去dI指标而移除这些MSD<sub>x</sub>相对于MSD<sub>y</sub>的误差。这将增加测量时间(但到目前为止未使测量时间加倍)。如果可在使用例如图3中示出的检查设备的暗场成像模式的同时进行不同目标的测量,则根本无需增加测量时间。

[0273] 可使用四对目标来将图12和图13的技术组合。将线目标与空间目标之间的测量进行组合会允许聚焦测量结果对MSD<sub>x</sub>相对于MSD<sub>y</sub>变化是较不敏感的。将来自利用正和负像差设定所印制的目标的测量结果进行组合允许所述测量结果对于Z9和其它交叉项、以及对于像散的漂移是较鲁棒的。

[0274] 以上文所建立的表示法来写下用于将来自四个目标对TH1+/TV1+、TH1-/TV1-、TH2+/TV2+、TH2-/TV2-的强度表达式组合,则可以将平均dI/I指标的计算表达为:

$$[0275] \quad (dI/I)_{AVE} = [ \{ (H_{1+} - V_{1+}) / (H_{1+} + V_{1+}) \} - \{ (H_{1-} - V_{1-}) / (H_{1-} + V_{1-}) \} ]$$

$$[0276] \quad - [ \{ (H_{2+} - V_{2+}) / (H_{2+} + V_{2+}) \} - \{ (H_{2-} - V_{2-}) / (H_{2-} + V_{2-}) \} ]$$

[0277] 如上文提及的,可以在不同序列中组合单独的强度并具有同样有效的结果,且上述表达式仅仅为执行所测得的强度值的组合的一种方式。上述表达式示出应用归一化以获得作为差指标的dI/I,而非仅仅获得dI。应注意,通常将不会跨越不同目标设计来应用归一化(即,将不会使用(H<sub>1+</sub>+H<sub>2-</sub>)作为dI=(H<sub>1-</sub>-H<sub>2-</sub>)的归一化分母)。

[0278] 图14为根据刚刚参考图12和图13所描述的技术的示例性实施例用于在光刻过程期间对聚焦参数进行监测的方法的步骤的流程图。所述步骤如下,且接着在后文中更详细地描述:

[0279] 1400-开始。

[0280] 1410-利用正像差设定来印制至少第一对(H/V)目标且利用负像差设定来印制至少第二对目标,以印制如图12(a)或图12(b)中所图示的至少两对目标。可选地印制两对或更多对目标,例如以包括“线”目标和“空间”目标两者,如参考图13描述的;

[0281] 1420-通过检查多每对目标中的第一目标(例如水平光栅)来执行测量以获得第一测量值;

[0282] 1430-通过检查第二对目标中的第二目标(例如竖直光栅)来执行测量以获得第二测量值;

[0283] 1440-通过将来自第一与第二对目标的差进行组合以获得组合的差指标且接着使用校准信息来计算聚焦;

[0284] 1450-将计算出的聚焦测量结果用在针对后续曝光的聚焦设定中。

[0285] 1460-结束。

[0286] 在步骤1410处,利用正像差设定来印制第一对目标且利用负像差设定来印制第二对目标,以印制如图12(a)或图12(b)中所图示的至少两对目标。可选地印制两对或更多对目标例如以包括“线”目标和“空间”目标两者,如参考图13描述的。

[0287] 在步骤1420中,每次测量可涉及由相关目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数)。例如,可使用本发明描述的散射仪器件中的任一散射仪器件来获得这种第一测量结果。也预期,在本公开的范围,第一测量结果是CD测量结果(不论是使用散射仪、扫描电子显微镜、或其它合适的装置来获得)或具有与聚焦有关系的柏桑曲线的参数的任何其他测量结果。

[0288] 在步骤1430中,应使用与第一测量相同的方法来执行每次第二测量。其中第一测量涉及由第一目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数),第二测量应涉及由同一对目标中的第二目标散射的辐射的相同衍射阶。所述衍射阶可以是一阶衍射阶或零衍射阶中的任一衍射阶。然而,也可以使用更高的衍射阶且更高的衍射阶是在本公开的范围。如果多于两对目标被印制,则可进行另外的测量。这些额外的目标可各自包括与所述第一目标和/或所述第二目标的最佳聚焦偏移不同的最佳聚焦偏移。

[0289] 为简单起见,出于本发明示例的目的,可设想使用图5的散射仪的光瞳图像传感器19连续地执行步骤1420和1430,以获取比如图8中示出的衍射光瞳图像的衍射光瞳图像。然而,在其它实施例中,可以将步骤1420和步骤1430执行为单个步骤,使得在单次获取中获得第一测量值和第二测量值。另外,在多于两对目标正在被测量的情况下,可以在单次获取中测量两对或更多对以获得对应数目的测量值。

[0290] 在特定示例中,诸如图5中所图示的测量装置可以用以使用成像光学系统22和传感器23来测量包括多个单独目标(单独的周期性结构或光栅)的复合目标。例如,复合目标的布局可看起来像图13的布局。复合目标的光栅可被紧密地定位在一起使得它们将都在由所述量测设备的照射束形成的图像场或测量斑内。以这种方式,光栅可全部被同时照射且同时成像在成像分支检测器23上。可接着处理这些图像以识别光栅的分离的图像,且从这些图像提取用于每个光栅的衍射信号。

[0291] 在步骤1440处,根据所有所述测量值的组合而非根据单对,计算出影响每个目标对的聚焦误差。可使用如上文描述的组合的 $dI/I$ 指标来执行这种计算。使用存储的校准曲线以将 $dI$ 指标转换至聚焦误差测量结果中。在测量多于一对目标、和/或测量针对每对目标的多于一个衍射阶的情况下,可以将这些目标和/或衍射阶组合以改进准确度。在一个实施方式中,将来自不同AST设定和多对目标的信号进行组合以创建单个校准曲线,以用于根据组合的差指标来导出聚焦。根据需要可使用其它实施方案。

[0292] 在步骤1450处,计算出的聚焦可接着在后续的光刻过程期间用于聚焦参数监测中,以便在曝光期间维持聚焦准确度和一致性。

[0293] 应理解,上述步骤通常并行地应用至跨越场和跨越衬底而分布的许多目标,以测量所述光刻设备的聚焦“指纹”。

[0294] 除步骤1400至1450以外,也将提供校准所述聚焦测量方法的方法。例如,这可包括上文提及的FOCAL和ILIAS方法。可以应用图9至图11的校准方法,或其它方法。

[0295] 图15展示了通过在所提出的方法的模拟中使用正和负像差设定而获得的准确度的改进。在每个部分图15(a)、图15(b)、图15(c)中,左侧上的曲线图示出在条件和像差设定的范围下当引入以上描述的类型非理想效应时、以及相对于在没有那些非理想效应的情况下所获得的 $dI$ 指标而言, $dI/I$ 指标中的误差DE的量度。在零聚焦误差处以DE的非零值明确看到所述差指标的偏移。此外,针对不同的像差设定而言的曲线的形状变化指示了对最

佳聚焦偏移 $dF$ 的灵敏度。右侧上的曲线图示出当印制具有正和负像差设定的多对目标、且将那些多对目标的测量结果进行组合时的结果。实际上消除了 $F=0$ 处的偏移和对 $dF$ 的灵敏度两者。

[0296] 使用聚焦偏移和多重曝光进行的聚焦量测

[0297] 本发明的另一方面涉及可作为对基于像散的聚焦量测 (ABF) 的替代方案的技术。如上文描述的, ABF依赖于在对于它们的特征具有不同的方向 (简称为H和V) 的一对目标进行印制时的差, 所述差可以通过观测所述目标的衍射信号中的差来测量。当在散射仪中测量这些目标时, 来自一对目标中的两个目标的衍射信号实际上沿着相当不同的路径行进通过散射仪光学器件。这造成可以在单独的散射仪之间变化的信号差。如果这种情形发生, 则ABF聚焦校准将在单独的散射仪之间变化。极其期望具有针对所有散射仪的单个校准。为了解决这种问题, 当前对一些对目标进行两次测量, 并且具有相对90度晶片旋转。将两个测量结果组合, 以消去所述散射仪光学器件的H响应与V响应之间的差。对额外的测量和晶片旋转步骤的需要会不期望地增加聚焦量测的负担, 虽然无需针对每一对且仅针对几个样本对来进行。

[0298] 图16(a) 图示替代方法的原理, 其基于多个聚焦偏移和多重曝光技术。在同一抗蚀剂中印制线和空间图案两次 (双重曝光)。在这种示例中, 所述图案限定水平光栅TH和垂直光栅TV, 如在ABF技术中一样。在这种实施例中, 在单个衬底W上并排地印制两对目标TH+、TV+和TH-、TV-。在同一抗蚀剂层中, 使用第一曝光步骤EX1来印制第一对目标TH+、TV+, 且接着使用第二曝光EX2来印制第二对目标TH-、TV-。所述方法无需应用诸如像散之类的任何像差设定。所述方法无需在一对目标中的目标之间引发任何最佳聚焦偏移 (但其未被排除)。原则上, 所述方法在每次曝光时根本不需要多对目标, 但提供分离的H和V光栅会提供额外的益处, 如下文描述的。

[0299] 代替像差设定, 当在曝光EX1中印制图案以形成第一对目标TH+、TV+时应用第一聚焦偏移, 例如正聚焦误差 $+F$ 。当在曝光EX2中印制图案以形成第二对目标TH-、TV-时应用第二聚焦偏移, 例如负聚焦偏移 $F-$ 。在两次曝光之间应用小位置偏移, 使得目标在抗蚀剂中并排地呈现, 且未被重叠。仅在两次曝光之后从所述光刻设备移除所述衬底, 且使所述抗蚀剂材料中的所述图案显影。可用散射仪使用与上文描述的方法类似的方法, 来单独地对以这种方式产生的目标进行测量。

[0300] 如提及的, 两次曝光由于经编程的聚焦偏移而不同。这种聚焦偏移可直接地通过在控制所述光刻设备时注入某一散焦来实现。注入散焦通常将导致衬底定位成处于比针对最佳聚焦略微更高或更低的位置。也可以根据需要以其它方式引发所述聚焦偏移, 包括通过像散引发聚焦偏移。在基于折射式光学器件的投影系统的情况下, 可以通过修改辐射源S0 (图1) 的中心波长, 使得投影系统将图案聚焦在略微不同的位置处来引发所述聚焦偏移。方法的最佳选择取决于每种方法的聚焦影响的准确度和可重复性。可使用聚焦偏移的任何合适的组合, 但相等且相反的聚焦偏移 $F+$ 与 $F-$ 是良好的选择。

[0301] 聚焦偏移的量值应足够大以确保聚焦的局部变化加上任何预料的聚焦漂移并不足以使得到的聚焦误差的峰值超过柏桑曲线的顶部。在示例过程中, 选择 $\pm 50$ 纳米的聚焦偏移。然而, 在另一示例中, 聚焦偏移可能为100纳米和200纳米, 这种两者都为正或都为负。通过移动所述聚焦偏移的中心点, 可实际上选择所述差指标为零的聚焦值, 且因此最小化

与过程的其它参数的串扰。

[0302] 在两次曝光之间,停用任何自动聚焦或其它成像校正,使得两次曝光之间的聚焦偏移完全由用于对聚焦量测目标进行曝光的选配方案来确定。然而,校准曲线是对于与曝光EX1和EX2的曝光时间的差相关的短期聚焦动力学敏感的。

[0303] 每目标的聚焦偏移的量值是将要在量测选配方案中限定的问题,但其可例如约为当前ABF技术中施加的像散偏移的一半。

[0304] 散射仪用以在利用辐射斑来照射每个目标时测量某些衍射信号,例如一阶衍射信号。根据这些衍射信号在校准晶片(例如如上文描述的FFRFEM晶片)上的差和平均值,与以上描述的方式相似的方式构造聚焦校准曲线。这允许推断在未来印制的目标中的聚焦误差。

[0305] 与ABF方法形成对比,在包括一个水平光栅与一个竖直光栅的一对光栅之间并未获取差指标dI或dI/I。而是,所述差指标是介于起源于同一掩模版图案的两个目标之间,且仅在所施加的聚焦偏移的方面不同。因此,例如,获取光栅TH+与TH-之间的差。即使印制了H和V光栅,这也仅仅将给出额外的测量结果。将dI/I用作所述差指标且使用与上文所使用的标注法类似的标注法,将图16(a)中的四个目标的测量结果的所述差指标的计算进行总结如下:

$$[0306] \quad (dI/I)_{AVE} = \{ (H_+ - H_-) / (H_+ + H_-) \} + \{ (V_+ - V_-) / (V_+ + V_-) \}$$

[0307] 其中下标“+”和“-”指示第一聚焦偏移和第二聚焦偏移,而并非是像差设定。因而H+表示来自目标TH+的强度,等等。通过将两个单独的dI/I指标相加来计算平均差指标,这是因为所述两个单独的差指标将具有相同的正负号,且感兴趣的是针对两对目标的差指标的平均值。

[0308] 因为每对内的目标是从掩模版上的同一图案印制的且经由散射仪中的实质上相同的路径来测量,所以上述差指标的校准是对于可能对影响ABF方法的许多误差源不敏感的。例如,其对掩模版写入误差不敏感、对散射仪光学器件的不完美性不敏感、对像散不敏感。甚至可能跨越不同的掩模技术和光刻设备来使用相同的校准曲线。由于需要非零聚焦偏移,因此该方法很可能并不适合于对产品晶片进行测量,但所述方法可有用地适合于对晶片和提前发送晶片进行监测。

[0309] 如提及的,通过提供具有H和V方向的两对目标,可提取额外的信息,尤其是涉及像散性能的信息。回想针对聚焦的差指标的计算:

$$[0310] \quad F \sim (dI/I)_{AVE} = \{ (H_+ - H_-) / (H_+ + H_-) \} + \{ (V_+ - V_-) / (V_+ + V_-) \},$$

[0311] 可使用相同的四个衍射信号以通过将它们以不同方式组合来获得像散的测量结果:

$$[0312] \quad AST \sim \{ (H_+ - H_-) / (H_+ + H_-) \} - \{ (V_+ - V_-) / (V_+ + V_-) \},$$

[0313] 通过将两项相加改变为同样的两项相减而实现。因此,虽然与利用仅一次曝光的已知的ABF方法进行比较,图16的方法需要利用不同的聚焦偏移进行两次曝光,但其具有提供对像散的相对直接测量的新增的益处。应了解,通过这种方法,聚焦和像散测量是用于识别跨越衬底(场间指纹)和/或跨越场(场内指纹)的聚焦和像散的变化。可以在需要时使用诸如上文描述的和现有技术中的技术之类的其它技术来进行针对聚焦和像散的绝对值的测量。

[0314] 如图16 (b) 中示出的, 可以将原理扩展至多于一对或两对目标。示出具有四对目标的目标布局, 其中在每次曝光EX1、EX2中印制了具有不同设计参数的目标。如在图13中, 印制全部八个目标, 且将它们标注为TH1+、TV1+、TH1-、TV1-、TH2+、TV2+、TH2-、TV2-。每个标注中的字母“H”或“V”指示光栅线的水平或垂直方向。后缀“1”或“2”指示第一设计参数或第二设计参数, 例如不同的CD和/或节距。标签中的后缀“+”或“-”指示在所述光栅的印制中施加哪个曝光且因此施加哪个聚焦偏移。展开以上方程以根据所有八个目标的衍射信号计算平均dI/I指标, 可书写为:

$$[0315] \quad (dI/I)_{AVE} = [ \{ (H_{1+} - H_{1-}) / (H_{1+} + H_{1-}) \} + \{ (V_{1+} - V_{1-}) / (V_{1+} + V_{1-}) \} ]$$

$$[0316] \quad + [ \{ (H_{2+} - H_{2-}) / (H_{2+} + H_{2-}) \} + \{ (V_{2+} - V_{2-}) / (V_{2+} + V_{2-}) \} ],$$

[0317] 其实际上为 (i) “设计1”目标的平均差指标和 (ii) “设计2”目标的平均差指标两者的平均值。

[0318] 另外, 可以通过展开至如下公式来使用所有八个目标从而获得像散的增强测量结果:

$$[0319] \quad AST \sim [ \{ (H_{1+} - V_{1-}) / (H_{1+} + V_{1-}) \} - \{ (V_{1+} - V_{1-}) / (V_{1+} + V_{1-}) \} ]$$

$$[0320] \quad + [ \{ (H_{2+} - H_{2-}) / (H_{2+} + H_{2-}) \} - \{ (V_{2+} - V_{2-}) / (V_{2+} + V_{2-}) \} ]$$

[0321] 如在图12至图14的示例中, 上述计算仅为组合八个值的一种方式。代替分别针对“设计1”和“设计2”目标来组合不同的指标, 可分别针对例如H和V目标来组合差指标, 且接着将它们组合为最终的结果。如上文提及的, 归一化除以来自不同设计的两个目标的平均信号通常将不适当。

[0322] 图17为用于根据刚刚参考图16 (a) 和图16 (b) 而描述的技术的示例性实施例用于在光刻过程期间监测聚焦参数的方法的步骤的流程图。所述步骤如下, 且接着在后文中更详细地描述:

[0323] 1700-开始。

[0324] 1710-在同一抗蚀剂中通过两个曝光的序列来印制至少第一对目标, 在所述两个曝光中使用不同的聚焦偏移, 例如正聚焦偏移F+和相等且相反的负聚焦偏移F-; 可选地在每次曝光中印制两个或更多个目标;

[0325] 1720-通过检查每对目标中的第一目标 (例如F+目标) 来执行测量以获得第一测量值;

[0326] 1730-通过检查第二对目标中的第二目标 (例如F-目标) 来执行测量以获得第二测量值;

[0327] 1740-通过将来自一对目标中的第一目标和第二目标的衍射信号进行组合以获得差指标且接着使用校准信息, 来计算出聚焦的测量结果; 可选地将来自两对或更多对目标的衍射信号进行组合以获得组合的差指标和/或多个差指标;

[0328] 1750-将计算出的聚焦测量结果用在针对后续曝光的聚焦设定中。

[0329] 1770-通过将来自一对目标中的第一目标和第二目标的衍射信号进行组合以获得差指标且接着使用校准信息, 来计算出像散的测量结果; 可选地将来自两对或更多对目标的衍射信号进行组合以获得组合的差指标和/或多个差指标, 从而使得像散的量度更鲁棒;

[0330] 1780-将计算出的聚焦测量用在针对后续曝光的校准和/或像散设定中。

[0331] 1790-结束。



[0332] 在步骤1710处,利用正聚焦偏移设定来印制第一目标且利用负聚焦偏移来印制第二目标,以形成一对目标以用于聚焦量测。这些目标在同一抗蚀剂层中被印制为具有在曝光之间插入的位置偏移,使得这些目标并不重叠。可选地,两对或更多对目标被印制为例如包括“水平”目标和“竖直”光栅两者,如图16(a)中所图示的,和/或包括具有不同设计参数的目标,如图16(b)中所图示的。

[0333] 在步骤1720中,每个测量结果可以涉及由相关目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数)。例如,可使用本发明描述的散射仪装置中的任一散射仪装置来获得这种第一测量结果。

[0334] 在步骤1730中,应使用与第一测量结果相同的方法来执行每个第二测量。其中第一测量结果涉及由第一目标散射的辐射的衍射阶中的一个衍射阶的强度(或相关参数),第二测量结果应涉及与由同一对中的第二目标散射的辐射的衍射阶相同的衍射阶。所述衍射阶可以是一阶衍射阶或零衍射阶中的任一衍射阶。然而,也可以使用更高的衍射阶且更高的衍射阶是在本公开的范围之内。如果多于两对目标被印制,则可进行另外的测量。这些额外的目标各自可以包括与所述第一目标和/或所述第二目标的最佳聚焦偏移不同的最佳聚焦偏移。

[0335] 为简单起见,出于本发明示例的目的,可设想使用图5的散射仪的光瞳图像传感器19连续地执行步骤1720和1730,以获取比如图8中示出的衍射光瞳图像的衍射光瞳图像。然而,在其它实施例中,可以将步骤1720和步骤1730执行为单个步骤,使得在单次获取中获取第一测量值和第二测量值。另外,在多于两对目标正在被测量的情况下,可以在单次获取中测量来自两对或更多对目标中的目标以获得对应数目的测量值。

[0336] 在特定示例中,诸如图5中所图示的测量装置可以用以使用成像光学系统22和传感器23测量包括多个单独的目标(单独的周期性结构或光栅)的复合目标。例如,所述复合目标的布局可看起来如同图13的布局。所述复合目标的光栅可被紧密地定位在一起使得它们将都在由所述量测设备的照射束形成的图像场或测量斑内。以这种方式,光栅可全部被同时照射且同时成像在成像分支检测器23上。可接着处理这些图像以识别光栅的分离的图像,且从这些图像提取用于每个光栅的衍射信号。

[0337] 在步骤1740处,可根据对于单对目标(一个F+、一个F-)的测量结果来计算出影响衬底的聚焦误差,或可选地根据两个或更多个目标对的所有测量值的组合来计算出影响衬底的聚焦误差。可使用如上文描述的组合的dI/I指标来执行这种计算。存储的校准曲线用以将dI/I或其它差指标转换至聚焦误差测量结果中。在测量多于一对目标和/或测量针对每对目标的多于一个衍射阶的情况下,可以将这些目标和/或衍射阶进行组合以改进准确度。可针对每个CD/节距组合来创建校准曲线,或可针对所有CD-节距组合来创建单个校准曲线。

[0338] 在步骤1750处,计算出的聚焦可接着在后续的光刻过程期间用于聚焦参数监测中,以便在曝光期间维持聚焦的准确度和一致性。

[0339] 在步骤1770处,可根据两对目标(F+和F-、H和V的组合)的测量结果来计算出影响衬底的像散,或可选地根据多于两个目标对的所有测量值的组合来计算出影响衬底的像散。可使用如上文描述的组合的dI/I指标来执行这种计算。存储的校准曲线用以将差指标转换至像散测量结果中,可以将所述像散测量结果与在曝光时使用的像散设定进行比较。

在测量多于两对目标和/或测量针对每对目标的多于一个衍射阶的情况下,可以将这些目标和/或衍射阶进行组合以改进准确度。此外,可针对每种类型的目标对创建校准曲线,或可针对所有目标对创建单个校准曲线。

[0340] 在步骤1780处,可接着报告所计算出的像散且将其用以在后续的光刻过程期间施加校正,和/或必要时触发维护动作以便维持在产品晶片曝光期间的最佳印制性能。

[0341] 应理解,上述步骤通常并行地应用至跨越场和跨越衬底而分布的许多目标,以测量所述光刻设备的聚焦“指纹”。

[0342] 除步骤1700至1790以外,将提供对所述聚焦测量方法进行校准的方法。例如,这可包括上文提及的FOCAL和ILIAS方法。可以应用图9至图11校准方法,或其它方法。

[0343] 总之,图16和图17示例允许测量聚焦性能和/或像差性能,而不具有ABF方法的缺点。在仍优选使用ABF方法以测量聚焦的情况下,可另外使用图16中所图示的技术,以作为对图9至图11中描述的方法的像散的替代量度。换句话说,如果像散为唯一感兴趣的参数,则可省略步骤1740和1750,且如果聚焦为唯一感兴趣的参数,则可省略步骤1770和1780。

[0344] 用于测量成像条件以用于校正和/或校准准确度改进的替代和额外的方法

[0345] 在ABF方法中,且也在诸如基于衍射的聚焦DBF之类的其它方法中,测量结果和一致性受到所述光刻工具的成像假影的影响。如上文描述的,使用较准确形式的量测而进行的周期性测试(诸如FOCAL测试)可以以测量场内指纹。FOCAL也可以以测量平均聚焦和像散漂移。

[0346] 然而,FOCAL测试可能在光刻工具上花费大量时间,而以这些非常昂贵工具生产率为代价。另外,发现通过ABF获得的聚焦和/或像散的场内指纹可不同于利用参考FOCAL量测获得的指纹。接着,当应用像差(AST偏移)以执行ABF测量时,其引入不同于在FOCAL量测中所测量的场内像差指纹的场内像差指纹,其可能影响利用ABF聚焦量测所获得的场内聚焦指纹。用以例如在EUV光刻工具中获得场内聚焦指纹的其它校准技术也需要在光刻工具自身上花费相当多时间。

[0347] ABF和其它方法依赖的校准曲线可受到诸如剂量和像散漂移之类的照射条件的影响。在DBF替代技术中,场间指纹有时包括可由于(表观)剂量效应造成的伪指纹。

[0348] 在这种段落中,引入可利用散射测量来对任何或所有平均聚焦、剂量、像散、聚焦场间和场内指纹进行测量的新方法。可使用量测系统MET在光刻工具外部执行所有测量。可以应用所述方法来支持通过ABF或其它方法进行的聚焦监测,如先前段落中描述的。可根据需要完全独立地应用所述方法。

[0349] 图案形成装置(掩模版)限定线-空间目标,所述线-空间目标当被印制时可使它们的散射(衍射)属性在上述示例中所描述类型的设备中通过散射测量来测量。如在上述示例中,限定了包括线-空间光栅结构的校准目标,所述目标成对地布置成包括具有不同方向的线-空间光栅结构。如在上述方法中,限定了所述多对目标中的目标的图案并不包括在不存在诸如像散之类像差的情况下引入依赖于聚焦的不对称性的特征。

[0350] 在一些实施例中,该方法使用FEM晶片或其中许多相同的目标图案被印制为具有不同已知值的聚焦误差和剂量误差。这种类型的晶片是众所周知的且被称为聚焦-曝光矩阵(FEM)晶片,例如在上文提及的且以引用方式并入本发明中的专利US5,856,052(Leroux)中描述的。可以在随机化的聚焦和剂量变化下曝光FEM晶片,这有助于从校准移除系统误

差。可使用任何期望的方案。以下示例假定“全场随机”FEM (FFRFEM) 方案,其中完整掩模版图像完全曝光于场中。替代地,可使用小场随机FEM,其中掩模版图像部分地曝光于场中。

[0351] 在一些实施例中,方法使用被设计以用于在一个或更多个方向上进行移位的图像曝光的掩模版,其与图12 (b) 以及图16 (a) 和图16 (b) 的方法相似。可出于这种目的设计专用的量测掩模版。原则上,可以在产品掩模版上的其它图案当中限定目标图案。然而,在无重叠的情况下允许实现多个移位的曝光所需的空间将会使得量测特征在产品“占据面积 (real estate)”方面是昂贵的。当然,不同类型的量测目标可被组合在单个掩模版上,从而具有多种设计和目的。也将会理解,在这些目标的测量结果中,可根据时间约束和所需的量测性能来测量每个目标对或仅测量子集。

[0352] 图18是用于在光刻过程期间测量和监测聚焦参数和其它参数的方法的步骤的流程图。图19示意性地图示量测衬底WM的布局,和在许多场1902、1904上、在衬底上形成在抗蚀剂层中的目标对TH、TV的图案。

[0353] 将所述方法步骤简要地介绍如下,且接着对其进行更详细地描述:

[0354] 1800-开始。

[0355] 1810A-通过场曝光的第一序列 (EX1) 印制第一目标对 (TH、TV) 阵列,从而根据经编程的FEM偏移方案 (诸如上文所论述的FFRFEM) 使场1902之间的聚焦和剂量变化,但其中利用零像差设定 (即,无像散偏移)、或将会被计算为在每个目标对中的目标之间引入系统性的最佳聚焦偏移的其它像差设定;

[0356] 1820A-通过检查第一目标对阵列中的每对目标中的第一目标 (例如TH目标) 来执行测量以获得第一测量值;

[0357] 1830A-通过检查第一目标对阵列中的每对目标中的第二目标 (例如TV目标) 来执行测量以获得第二测量值;

[0358] 1810B-可选地,除了场曝光的第一序列以外,也通过场曝光的第二序列 (EX2) 印制邻近于第一目标对阵列中目标对的第二目标对 (TH、TV) 阵列,从而根据经编程的FEM偏移方案使场1902之间的聚焦和剂量变化,且这次包括按照以上描述的ABF方法的方式计算出的用以在每对中的目标之间引入最佳聚焦偏移的非零像差设定;

[0359] 1820B-通过检查第二目标对阵列中的每对目标中的第一目标 (例如TH目标) 来执行测量以获得第三测量值;

[0360] 1830B-通过检查第二目标对阵列中的每对目标中的第二目标 (例如TV目标) 来执行测量以获得第四测量值;

[0361] 1810C-可选地,除了场曝光的第一序列以外,也通过场曝光的第三序列 (EX3) 印制邻近于第一目标对阵列中目标对的第三目标对 (TH、TV) 阵列,这次包括被计算出的用以在每对中的目标之间引入最佳聚焦偏移、但将场之间的聚焦和曝光设定保持恒定的非零像差设定 (无FEM偏移方案);

[0362] 1820C-通过检查第三目标对阵列中的每对目标中的第一目标 (例如TH目标) 来执行测量以获得第五测量值;

[0363] 1830C-通过检查第三目标对阵列中的每对目标中的第二目标 (例如TV目标) 来执行测量以获得第六测量值;

[0364] 1840-基于第一测量结果和第二测量结果以及应用在步骤1810A中的FEM偏移方案

的知识,计算出平均场聚焦误差( $F(f)$ )和场内聚焦指纹 $F(xf,yf)$ ;

[0365] 1850-基于第一测量结果和第二测量结果以及应用在步骤1810A中的FEM偏移方案的知识,计算出平均场像散 $AST(f)$ 和场内像散指纹 $AST(xf,yf)$ ;

[0366] 1860-基于第一测量结果和第二测量结果以及应用在步骤1810A中的FEM偏移方案的知识,计算出平均场剂量误差 $E(f)$ 和场内剂量指纹 $E(xf,yf)$ ;

[0367] 1870-基于第三测量结果和第四测量结果(来自第二目标对阵列)以及应用在步骤1810B中的FEM偏移方案的知识,且可选地基于来自步骤1840和1850的场内聚焦指纹和/或场内像散指纹,且可选地也基于第五测量结果和第六测量结果(来自第三目标对阵列),计算出用于通过ABF方法的聚焦测量结果的校准曲线;

[0368] 1880-基于第五测量结果和第六测量结果以及来自步骤1870的校准曲线,计算场间聚焦指纹 $F(xw,yw)$ ,可选地包括基于来自步骤1840的平均聚焦平均场聚焦和/或场内聚焦指纹和/或来自步骤1850的平均场像散和/或场内像散指纹,和/或来自步骤1860的平均场剂量误差和/或场内剂量指纹进行校正。

[0369] 1890-最后,将测量结果递送至管理控制系统以用于产品图案的后续曝光和聚焦测量方法的后续再校准。

[0370] 为了进行进一步解释,另外结合图18的流程图来参考图19。在光刻术中将晶片1900曝光以使用上文提及的掩模版。在这种实施例中,在晶片上在同一抗蚀剂层中曝光三个图像,之后使其显影且使用散射仪对其进行测量。就方法而言,这意味着将连续执行步骤1810A、1810B、1810C,同时将所述同一晶片保持装载在光刻工具中,且接着将在将曝光晶片从光刻工具转移至散射仪之后执行测量步骤1820A等。执行测量(在测量自身当中和在可对晶片上执行的其它测量当中)的次序完全是实施方式的问题。根据需要,可以在不同衬底上或不同时间在同一衬底上形成不同的目标对阵列,当然会冒着在测量结果的集合之间引入不一致性的风险。以放大形式示出示例场1902,应理解,在其它场1904中的一些或全部中曝光相同的图案。在每个场1902内,存在目标部位1906的阵列,其数目足以以期望的准确度来测量成像步骤的一个或更多个参数(例如聚焦、剂量、像散或其它像差)的场内指纹。

[0371] 在每个目标部位1906内,存在可放置目标对的许多不同的区域1908,例如所述附图中存在6个不同的区域。通过应用位置偏移以控制不同曝光EX1、EX2、EX3等之间的图案的放置,通常将不同的目标对THA/TVA、THB/TVB、THC/TVB印制为并不彼此叠置,且对它们并排地进行显影。

[0372] 如图18中描述的,在这种示例中的三个曝光包括:(EX1)无像散的FEM图像、(EX2)具有施加的像散的FEM图像,和(EX3)具有施加的像散但无曝光和剂量变化的图像。依赖于每个目标部位处可用的空间,可增加利用不同的像差设定和/或不同FEM方案进行的更多曝光,以增大可进行测量的数目,从而测量较大数目的参数和/或以更大的准确度测量相同的参数。

[0373] 从不同的目标对,基于它们的曝光条件的知识,可获得信息,且进行以上描述的计算步骤。插图曲线图1910中图示了这些测量的原理,在所述曲线图中绘制相对于可变参数(在这种示例中为聚焦 $F$ )的衍射强度 $I$ 。首先考虑场内聚焦指纹 $F(xf,yf)$ 的测量结果,根据场1902、1904内的每个目标部位1906使用目标对的测量结果,从而尤其将来自具有相同剂量参数的场的信息进行组合。接下来,根据跨越FEM图案的已知的聚焦偏移,在曲线图1910

上绘制测量值(至少在概念上),如由取样点“+”1912示出的。在步骤1820A中根据所述目标对的第一目标THA获得的取样点1912用以拟合第一柏桑曲线1914H,而在步骤1830A中根据所述目标对的第二目标THV获得的取样点1912用以拟合第二柏桑曲线1914V。这些柏桑曲线的峰值被标注为1916H和1916V且表示针对特定目标部位1906处被不同定向的光栅的最佳聚焦位置,所述峰值跨越所测量的所有场而被平均化。

[0374] 暂时与图7进行比较,将回想起,例如像散偏移的像差偏移可以在两个被不同定向的光栅的最佳聚焦位置 $F_h$ 与 $F_v$ 之间引发偏移 $dF$ 。现在,在曝光EX1中,在步骤1810A中并不施加像散偏移。然而,在存在光刻工具的(不想要且未知的)像散误差的情况下,H和V柏桑曲线的顶部可能不相同,如图19中的插图曲线图1910示出的。这种像散误差可以在不同时间不同,被称为像散漂移。这种像散误差也可以跨越场1902、1904系统地变化,这种系统性的变化是场内指纹AST( $x_f, y_f$ ),其中 $x_f, y_f$ 表示场内的坐标。虽然从以相同剂量在不同已知的聚焦偏移下曝光的目标测量了曲线图1910中的取样点,但可使用在相同聚焦与不同剂量下所测得的目标的测量结果来绘制相似的曲线图,从而得到柏桑曲线,其中剂量(能量) $E$ 作为水平轴。

[0375] 因此,再次参考步骤1840和1850中进行的计算,可使用曲线图1910中所图示的类型的测量如下。将像散像差计算为 $AST = F_h - F_v$ ,且将聚焦计算为: $F = 0.5 * (F_h + F_v)$ ,其中 $F_h$ 是与从每对中的第一目标所测得的柏桑曲线1914H的顶部对应的聚焦,且 $F_v$ 是与从每对中的第二目标所测得的柏桑曲线1914V的顶部对应的聚焦。如已经解释,场包含处于目标部位范围内的多个目标对。通过对场内的不同目标部位处H和V光栅的所有实例进行测量,可获得场内聚焦和像散指纹。例如,可以通过将在所有场内位置( $x_f, y_f$ )上测量的 $F$ 和 $AST$ 值求平均值或通过进行分离的计算,来计算平均聚焦误差 $F(f)$ 和平均像散 $AST(f)$ 。不论何时重复图18的方法,聚焦和像散这些测量结果都可以用以监测扫描仪聚焦和像散随时间的漂移。

[0376] 如提及的,也可以使用FEM偏移的不同组合导出针对剂量变化的柏桑曲线。在柏桑顶部处通过散射仪信号所获得的衍射强度被直接地链接至曝光剂量的改变。扫描仪剂量( $E$ )和YS信号具有以下关系: $E = \phi (0.5 * (I_{maxh} + I_{maxv}))$ ,其中 $I_{maxh}$ 为针对目标对中的第一目标的柏桑曲线的峰值处的强度,且 $I_{maxv}$ 为针对所述目标对中的第二目标的柏桑曲线的峰值处的强度。函数 $\phi$ 可以通过使用具有不同剂量的曝光场进行的实验来确定。通常, $\phi$ 为某一剂量变化内的线性函数。

[0377] 利用这种方法,可确定场中的各点处的剂量。因此,所述光刻工具的场内剂量映射( $x_f, y_f$ )可以通过在步骤1860处进行的计算来获得。另外,将平均剂量 $E(f)$ 计算为场内剂量映射的平均值。平均剂量可进一步用以监测扫描仪剂量随时间的漂移。

[0378] 现在参考步骤1870,使用在步骤1810B(曝光EX2)中形成的第二目标对阵列。如提及的,步骤1810B包括利用非零像散进行的FEM曝光。这些测量结果用以产生校准曲线,以用于后续的ABF聚焦测量,包括对产品晶片和/或监测晶片进行测量。可以在上文提及的且以引用方式并入本发明中的US2016363871A1中找到创建校准曲线的原理,且当然也可以使用上文在本发明中描述的增强校准方法。当使用上述技术中的一些技术时,应了解,根据需要使用多个非零像散设定(例如加值和减值)可以形成、可以曝光多个第二目标对阵列。在图19中在目标部位1906内示出三个空白空间,其可出于这种目的来使用。在这些实施例中,可

将这里描述的且以上示例中描述的操作原理进行组合。

[0379] 现在参考步骤1880,使用来自在步骤1810C中所形成的第三目标对阵列的测量结果来计算场间聚焦指纹 $F(x_w, y_w)$ ,其中 $x_w$ 和 $y_w$ 是表示跨越整个晶片的位置的坐标。第三曝光中的所有目标对在相同剂量和聚焦值的情况下、而非FEM偏移下形成。这种均一类型曝光可针对CD均一性测量(这里在附图中为标签“CDU”)来执行。这种对于阵列的聚焦测量非常类似于以上描述的示例,其中经编程的像差设定在每对目标之间引入最佳聚焦偏移。在产生校准曲线且以图8中所图示的方式计算dI指标之后,可推断跨越晶片在每个目标部位处的聚焦误差 $F$ 。为了更准确地推断聚焦,可使用先前已在步骤1850中获得的场内像散指纹和像散漂移以校正每位置的聚焦。为了解释,如果校准曲线基于某一名义或平均像散值,则可根据已在步骤1850中测量的像散的局部变化来对每个取样点应用调整。这与以上描述的技术相似,以用于补偿像散随着时间推移的漂移,但根据在场内位置上的变化来应用。类似地,根据需要,从步骤1860获得的场内剂量指纹和剂量漂移也可以用以校正聚焦推断。例如,可以通过与以上参考图11描述的测量像散串扰的方式相似的方式测量剂量串扰,来进行这种校正。在计算dI指标之前,可以针对剂量漂移和/或剂量指纹校正从所述一对目标中的目标而测得的衍射强度。

[0380] 返回参考步骤1870,可利用单独从第二目标对阵列获得的测量结果来创建校准曲线。替代地,通过不仅使用第二目标对阵列还使用来自第三目标对的测量结果,可以包括另外的校正。可以由从步骤1820C和1830C至步骤1870的虚线数据路径指示这种校正。为了解释这种校正,回想起,当曝光第二目标对阵列时所应用的FEM方案会对每场施加已知的聚焦偏移。理想地,这些聚焦偏移将会是存在的唯一的聚焦偏移。然而实践中,这受到在晶片上的“背景聚焦非均一性”的干扰。通过使用第三目标对阵列来测量根据第一粗校准获得的这种非均一性,所述第一粗校准根据第二目标对阵列或先前的校准而获得,可校正这种非均一性且在步骤1870中重新进行校准。原则上,这可以在收敛之前采取多次迭代,但实践中主要改进是通过仅一次迭代而获得的。

[0381] 结论

[0382] 上述技术解决在光刻制造设施中的聚焦和/或像差性能的测量中的多个问题。所述技术可一起或单独地使用。

[0383] 在上文将目标描述为线-空间光栅目标,这是因为这些目标生产和测量起来简单。然而,目标可以包括引起在可测量的目标参数与聚焦之间的柏桑曲线响应的任何结构。例如,目标可以包括组合的水平和竖直线-空间光栅,以形成“接触孔”布置。这种目标可使得能够捕获更多衍射阶。

[0384] 可以通过以下步骤改进使用光刻过程进行制造器件的方法:提供如本发明中所披露的检查设备;使用所述检查设备以测量被处理的衬底,来测量光刻过程的性能参数;以及对过程的参数(特别是聚焦)进行调整以改进或维持所述光刻过程的性能以用于后续衬底的处理。

[0385] 可以在不破坏设计规则或生产专门经修改的掩模版的情况下且在对诸如上文提及的FOCAL和ILIAS之类的外部方法依赖性减小的情况下应用所描述的方法。

[0386] 虽然上文描述的目标结构是出于测量的目的而专门地设计和形成的量测目标,但在其它实施例中,可以在作为形成在衬底上的器件的功能部件的目标上测量属性。许多器

件具有规则的类光栅结构。如本发明中所使用的术语“目标光栅”和“目标结构”并不要求已特定地针对正被执行的测量来提供所述结构。

[0387] 与如在衬底和图案形成装置上实现的目标的实体光栅结构相关联的,这种计算机程序可例如在用于设计/控制过程的分离的计算机系统中执行。替代地,测量过程可以在图3、图4或图5的设备中的单元PU和/或图2的控制单元LACU内完全地或部分地执行。类似地,实施例可包括计算机程序,所述计算机程序包含对于控制所述光刻设备以实施那些量测选配方案的印制步骤,从而利用适当的聚焦和像差设定来产生目标的方法进行描述的机器可读指令的一个或更多个序列。也可以提供其中储存有这种计算机程序的数据储存介质(例如半导体内存、磁盘或光盘)。

[0388] 下文编号的实施例清单中公开了本发明另外的实施例:

[0389] 1. 一种校准光刻设备的聚焦参数的测量结果的方法,其中所述聚焦参数的所述测量结果基于使用所述光刻设备的像差设定印制的至少一对目标的测量结果,所述光刻设备的所述像差设定在所述一对目标中的所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移,且基于表达所述聚焦参数与具有给定的最佳聚焦偏移的至少一对目标的测量结果之间的关系的校准信息,所述方法包括:

[0390] (a) 通过使用所述像差设定结合不同的聚焦设定来印制多对新校准目标且测量用于获得更新后的校准信息的所述新校准目标,从而获得更新后的校准信息;和

[0391] (b) 基于所述更新后的校准信息且基于先前获得的校准信息来识别所述光刻设备性能的漂移,通过测量使用两个或更多个不同的像差设定印制的多对校准目标以便在所述多对校准目标内引发两个或更多个不同的相对最佳的聚焦偏移来获得所述先前获得的校准信息。

[0392] 2. 根据实施例1所述的方法,其中所述先前获得的校准信息用以识别锚点,所述锚点为一对目标的测量结果在所述不同的像差设定上不变的聚焦设定。

[0393] 3. 根据实施例2所述的方法,还包括步骤(c):调整所述更新后的校准信息以共享所述锚点,且储存所述调整更新后的校准信息用于聚焦性能的所述测量结果中。

[0394] 4. 根据实施例2或3所述的方法,还包括步骤(d):基于所述更新后的校准信息从所述锚点的偏差输出所述光刻设备的聚焦性能的漂移的测量结果。

[0395] 5. 根据实施例4所述的方法,其中所述先前获得的校准信息包括:使用像差设定获得的参考校准信息,所述像差设定与用以获得所述更新后的校准信息的所述像差设定名义地相同;和使用一个或更多个不同的像差设定获得的校准信息,且其中聚焦性能的漂移的所述测量结果也基于所述锚点附近的所述参考校准信息的斜率。

[0396] 6. 根据任一前述实施例所述的方法,所述方法还包括步骤(e):基于所述更新后的校准信息与所述参考校准信息之间的比较输出像差性能的漂移的测量结果。

[0397] 7. 根据实施例6所述的方法,其中所述先前获得的校准信息包括使用与用以获得所述更新后的校准信息的所述像差设定名义相同的像差设定获得的参考校准信息,和使用一个或更多个不同的像差设定获得的校准信息,其中所述先前获得的校准信息用以识别锚点,所述锚点为一对目标的测量结果在所述不同的像差设定上不变的聚焦设定,且其中步骤(e)中的所述比较是在调整所述更新后的校准信息以共享所述锚点之后进行的。

[0398] 8. 根据任一前述实施例所述的方法,其中所述像差设定为在所述校准目标印制期

间所述光刻设备中的非零像散设定,所述光刻设备中的像差性能的漂移能够包括实际上由给定的像散设定实现的所述像散的漂移。

[0399] 9. 根据任一前述实施例所述的方法,其中对校准目标内的每个目标包括线-空间光栅结构,一对目标内的所述目标包括具有不同方向的线-空间光栅结构。

[0400] 10. 根据任一前述实施例所述的方法,其中限定所述多对目标中的所述目标的图案并不包括在不存在所述设定的情况下引入依赖于聚焦的不对称性特征。

[0401] 11. 根据任一前述实施例所述的方法,其中所述先前获得的校准信息已与聚焦性能的独立校准相关联地获得,所述独立校准在获得所述更新后的校准信息时并不进行重复。

[0402] 12. 根据实施例11所述的方法,其中所述先前获得的校准信息已与像差性能的独立校准相关联地获得,所述独立校准在获得所述更新后的校准信息时并不进行重复。

[0403] 13. 一种测量光刻设备的聚焦性能的方法,所述方法包括:

[0404] 获取第一测量值,所述第一测量值已从一对目标中的第一目标检测获得;

[0405] 获取第二测量值,所述第二测量值已从所述一对目标的第二目标的检查获得,

[0406] 其中所述第一目标和第二目标已利用在所述第一目标与所述第二目标之间会引发相对最佳的聚焦偏移的像差设定通过所述光刻设备来印制;以及

[0407] 使用至少所述第一测量值和第二测量值且使用通过根据实施例3或根据从属于实施例3的实施例4至12中任一项所述的方法获得的调整更新后的校准信息来确定聚焦性能的测量结果。

[0408] 14. 根据实施例13所述的方法,其中已从所述第一目标散射辐射的第一测量结果获得所述第一测量值,且已从所述第二目标散射辐射的第二测量结果获得所述第二测量值。

[0409] 15. 根据实施例14所述的方法,其中所述第一测量结果为从所述第一目标散射的辐射的衍射阶的强度测量结果,且所述第二测量结果为从所述第二目标散射的辐射的对应的衍射阶的强度测量结果。

[0410] 16. 根据实施例15所述的方法,其中所述衍射阶为较高的(非零)衍射阶。

[0411] 17. 根据实施例13至16中任一项所述的方法,其还包括执行所述第一测量以获得所述第一测量值和执行所述第二测量以获得所述第二测量值。

[0412] 18. 根据实施例17所述的方法,其中所述第一测量结果和第二测量结果通过单个检查步骤执行。

[0413] 19. 根据实施例13至18中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤包括根据所述第一测量值与所述第二测量值的差确定所述聚焦参数。

[0414] 20. 根据实施例13至19中任一项所述的方法,其中所述第一目标和所述第二目标包括具有不同方向的线-空间光栅结构,且其中所述像差设定为在所述第一目标和所述第二目标印制期间所述光刻设备中的非零像散设定。

[0415] 21. 根据实施例13至20中任一项所述的方法,还包括:作为初步步骤,使用所述光刻设备以在衬底上形成具有所述相对最佳的聚焦偏移的所述第一目标和所述第二目标。

[0416] 22. 根据实施例13至21中任一项所述的方法,其中在跨越衬底的多个部位处重复所述方法,由此测量跨越所述衬底所述光刻设备的聚焦性能变化。



[0417] 23. 根据实施例13至22中任一项所述的方法, 其中对监测衬底执行所述方法, 聚焦性能所述测量正用以在产品衬底处理时应用聚焦校正。

[0418] 24. 一种用于测量光刻过程的参数量测设备, 所述量测设备可操作以执行根据实施例13至23中任一项所述的方法。

[0419] 25. 根据实施例24所述的量测设备, 其包括:

[0420] 用于所述衬底的支撑件, 所述衬底上具有多个目标;

[0421] 光学系统, 所述光学系统用于测量每个目标; 以及

[0422] 处理器, 所述处理器用于接收所述第一测量结果、所述第二测量结果和所述调整更新后的校准信息且用于确定聚焦性能的所述测量结果。

[0423] 26. 一种光刻系统, 所述光刻系统包括:

[0424] 光刻设备, 所述光刻设备包括:

[0425] 照射光学系统, 所述照射光学系统被布置成照射图案;

[0426] 投影光学系统, 所述投影光学系统被布置成将所述图案的图像投影至衬底上; 和

[0427] 根据实施例24或25所述的量测设备,

[0428] 其中所述光刻设备被布置成在将所述图案施加至另外的衬底时使用由所述量测设备确定的聚焦性能的测量结果。

[0429] 27. 一种包括处理器可读指令计算机程序, 所述处理器可读指令在合适的处理器控制设备上执行时致使所述处理器控制设备执行根据实施例1至23中任一项所述的方法。

[0430] 28. 一种计算机程序载体, 其包括根据实施例27所述的计算机程序。

[0431] 29. 一种制造器件的方法, 其中使用光刻过程将器件图案施加至一系列衬底, 所述方法包括:

[0432] -使用根据实施例13至23中任一项所述的方法以监测所述聚焦参数; 和

[0433] -根据确定的聚焦参数针对稍后衬底来控制所述光刻过程。

[0434] 30. 一种用于确定与用以在衬底上形成结构的光刻过程相关联的一个或多个性能参数的漂移的方法, 所述方法包括:

[0435] (a) 测量结构的特性对聚焦设定的变化的响应, 所述响应是针对使用至少两个不同的像差设定形成的结构来确定的;

[0436] (b) 稍后针对使用至少一个像差设定形成的结构再次测量所述特性对所述聚焦设定的变化的所述响应; 和

[0437] (c) 使用步骤(b)中测量的响应和步骤(a)中测量的响应来确定通过给定的聚焦设定实现聚焦性能漂移和/或通过给定的像差设定实现像差性能的漂移。

[0438] 31. 根据实施例30所述的方法, 其中步骤(a)与聚焦性能的独立校准相关联地执行, 所述独立校准在执行步骤(b)时并不重复。

[0439] 32. 根据实施例30或31所述的方法, 其中步骤(a)与像差性能的独立校准相关联地执行, 所述独立校准在执行步骤(b)时并不重复。

[0440] 33. 一种监测光刻设备的聚焦参数的方法, 所述方法包括:

[0441] 接收第一测量值, 已从第一目标的检查获得所述第一测量值;

[0442] 接收第二测量值, 已从第二目标的检查获得所述第二测量值;

[0443] 接收第三测量值, 已从第三目标的检查获得所述第三测量值;

- [0444] 接收第四测量值,已从第四目标的检查获得所述第四测量值;以及
- [0445] 从至少所述第一测量值、第二测量值、第三测量值以及第四测量值确定所述聚焦参数,
- [0446] 其中所述第一目标和第二目标已使用所述光刻设备在所述目标之间引发相对最佳的聚焦偏移的第一像差设定来印制,
- [0447] 其中所述第三目标和第四目标已使用所述光刻设备的第二像差设定来印制,所述第二像差设定的正负号不同于所述第一像差设定,且其中将所述第一测量值、第二测量值、第三测量值以及第四测量值组合,以便以对所述光刻设备的像差性能的漂移不敏感的方式确定所述聚焦参数。
- [0448] 34. 根据实施例33所述的方法,其中已从所述对应的目标散射辐射的测量结果获得每个测量值。
- [0449] 35. 根据实施例36所述的方法,其中每个测量结果表示从所述对应的目标散射的辐射的衍射阶的强度。
- [0450] 36. 根据实施例35所述的方法,其中所述衍射阶为较高的(非零)衍射阶。
- [0451] 37. 根据实施例33至36中任一项所述的方法,其包括对所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标执行检查以获得所述第一测量值、第二测量值、第三测量值以及第四测量值。
- [0452] 38. 根据实施例37所述的方法,其中至少所述第一测量结果和第二测量结果通过单个检查步骤执行。
- [0453] 39. 根据实施例33至38中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述第一测量值与所述第二测量值之间的差,结合所述第三测量值与所述第四测量值之间的差。
- [0454] 40. 根据实施例39所述的方法,其中将所述第一测量值与所述第二测量值所述差与所述第一测量值和所述第二测量值成比例地归一化,且将所述第三测量值与所述第四测量值所述差与所述第三测量值和所述第四测量值成比例地归一化。
- [0455] 41. 根据实施例33至40中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述测量值,结合通过利用聚焦设定范围来印制校准目标的先前测量获得的校准信息。
- [0456] 42. 根据实施例33至41中任一项所述的方法,其中所述第一像差设定和第二像差设定为所述光刻设备中的非零像散设定,所述目标印制时像散会在不同定向的特征之间引发相对最佳的聚焦偏移。
- [0457] 43. 根据实施例33至42中任一项所述的方法,其包括使用所述第一像差设定在衬底上印制所述第一目标和所述第二目标,和使用所述第二像差设定在所述同一衬底上或在不同衬底上印制所述第三目标和所述第四目标。
- [0458] 44. 根据实施例43所述的方法,其中通过在所述同一衬底上印制目标图案两次,改变聚焦偏移并且加上位置偏移,来执行所述印制所述第一目标和所述第二目标的步骤和所述印制所述第三目标和所述第四目标的步骤,使得所述第三目标和所述第四目标邻近于所述第一目标和所述第二目标但从所述第一目标和所述第二目标偏移。
- [0459] 45. 根据实施例44所述的方法,其中所述印制所述第一目标和所述第二目标的步

骤和所述印制所述第三目标和所述第四目标的步骤通过在同一抗蚀剂材料中印制相同的目标图案两次来执行。

[0460] 46. 根据实施例33至45中任一项所述的方法,其中所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标各自包括线-空间光栅结构。

[0461] 47. 根据实施例33至46中任一项所述的方法,还包括:

[0462] 接收第五测量值,已从第五目标的检查获得所述第五测量值;

[0463] 接收第六测量值,已从第六目标的检查获得所述第六测量值;

[0464] 接收第七测量值,已从第七目标的检查获得所述第七测量值;以及

[0465] 接收第八测量值,已从第八目标的检查获得所述第八测量值;

[0466] 其中所述第五目标和所述第六目标已使用所述光刻设备的所述第一像差设定来印制,而在设计方面不同于所述第一目标和第二目标,其中所述第七目标和第八目标已使用所述光刻设备所述第二像差设定来印制,而在设计方面不同于所述第三目标和所述第四目标,且其中所述确定所述聚焦参数的步骤另外使用至少所述第五测量值、所述第六测量值、所述第七测量值和所述第八测量值。

[0467] 48. 根据实施例33至47中任一项所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标、所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标各自包括线-空间光栅结构。

[0468] 49. 根据实施例48所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一线-空间宽度比率,且所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标所述设计被设计为具有第二线-空间宽度比率。

[0469] 50. 根据实施例49所述的方法,其中所述第一线-空间宽度比率为所述第二线-空间宽度比率的倒数。

[0470] 51. 根据实施例48、49或50所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一空间周期,且第五目标、所述第六目标、所述第七目标、所述第八目标被设计为具有第二空间周期。

[0471] 52. 根据实施例33至51中任一项所述的方法,其中限定所述多对目标中的所述目标的图案并不包括在不存在所述设定的情况下引入依赖于聚焦的不对称性特征。

[0472] 53. 根据实施例33至52中任一项所述的方法,还包括:作为初步步骤,使用所述光刻设备以使用所述第一像差设定来印制所述第一目标和所述第二目标;和

[0473] 使用所述光刻设备以使用所述第二像差设定来印制所述第三目标和所述第四目标。

[0474] 54. 一种监测光刻设备的聚焦参数的方法,所述方法包括:

[0475] 接收第一测量值,已从第一目标的检查获得所述第一测量值;

[0476] 接收第二测量值,已从第二目标的检查获得所述第二测量值;以及从至少所述第一测量值和所述第二测量值确定所述聚焦参数,其中所述第一目标已使用相对于所述光刻设备的最佳聚焦设定的第一聚焦偏移来印制,

[0477] 其中所述第二目标已使用相对于所述光刻设备的所述最佳聚焦设定的第二聚焦偏移来印制,

[0478] 且其中已通过衬底上的同一抗蚀剂层中印制目标图案两次,改变聚焦偏移并且

加上位置偏移,来印制所述第一目标和所述第二目标,使得所述第二目标邻近于所述第一目标但从所述第一目标偏移。

[0479] 55.根据实施例53所述的方法,其中已从所述对应的目标散射的辐射的测量结果获得每个测量值。

[0480] 56.根据实施例55所述的方法,其中每个测量结果表示从所述对应的目标散射的辐射的衍射阶的强度。

[0481] 57.根据实施例56所述的方法,其中所述衍射阶为较高的(非零)衍射阶。

[0482] 58.根据实施例54至57中任一项所述的方法,其包括执行所述第一目标和所述第二目标的检查以获得所述第一测量值和所述第二测量值。

[0483] 59.根据实施例58所述的方法,其中至少通过单个检查步骤获得所述第一测量结果和所述第二测量结果。

[0484] 60.根据实施例54至59中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述第一测量值与所述第二测量值之间的差。

[0485] 61.根据实施例54至61中任一项所述的方法,其还包括:

[0486] 接收第三测量值,已从第三目标的检查获得所述第三测量值;

[0487] 接收第四测量值,已从第四目标的检查获得所述第四测量值;以及

[0488] 在确定所述聚焦参数时使用所述第三测量值和所述第四测量值以及所述第一测量值和所述第二测量值,

[0489] 其中所述第三目标已在与所述第一目标同一印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制,

[0490] 其中所述第四目标已在与所述第一目标同一印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制,

[0491] 且其中所述目标图案和所述位置偏移使得所述第二目标和所述第四目标邻近于所述第一目标和所述第三目标,但从所述第一目标和所述第三目标偏移。

[0492] 62.根据实施例54至61中任一项所述的方法,其中所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标和所述第三目标中的线与所述第一目标和所述第二目标中的线正交地定向。

[0493] 63.根据实施例61或62所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用(i)所述第一测量值与所述第三测量值的和或平均值和(ii)所述第二测量值与所述第四测量值的和或平均值之间的差。

[0494] 64.根据实施例61或62所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述第一测量值与所述第二测量值之间的差,结合所述第三测量值与所述第四测量值之间的差。

[0495] 65.根据实施例61至64中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述测量值,结合通过利用聚焦设定范围印制的校准目标的先前测量获得的校准信息。

[0496] 66.根据实施例62至65中任一项所述的方法,其还包括以下步骤:使用至少所述第一测量值、所述第二测量值、所述第三测量值和所述第四测量值以确定所述光刻设备的像差参数。

[0497] 67. 根据实施例66所述的方法,其中所述确定所述像差参数步骤使用(i)所述第一测量值与所述第三测量值之间的差和(ii)所述第二测量值与所述第四测量值之间的差之间的差。

[0498] 68. 根据实施例66或67所述的方法,其中所述像差参数为像散。

[0499] 69. 根据实施例61至68中任一项所述的方法,还包括执行所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标检测以获得所述第一测量值、所述第二测量值、所述第三测量值和所述第四测量值。

[0500] 70. 根据实施例54至69中任一项所述的方法,还包括:

[0501] 接收第五测量值,已从第五目标的检查获得所述第五测量值;

[0502] 接收第六测量值,已从第六目标的检查获得所述第六测量值;

[0503] 接收第七测量值,已从第七目标的检查获得所述第七测量值;以及

[0504] 接收第八测量值,已从第八目标的检查获得所述第八测量值;

[0505] 其中所述第五目标和所述第七目标已在与所述第一目标和所述第三目标同一个印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第一目标和所述第三目标,

[0506] 其中所述第六目标和所述第八目标已在与所述第二目标和所述第四目标同一个印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第二目标和所述第四目标,

[0507] 且其中所述确定所述聚焦参数的步骤另外使用至少所述第五测量值、所述第六测量值、所述第七测量值和所述第八测量值。

[0508] 71. 根据实施例70所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标、所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一线-空间宽度比率,且所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标所述设计被设计为具有第二线-空间宽度比率。

[0509] 72. 根据实施例71所述的方法,其中所述第一线-空间宽度比率为所述第二线-空间宽度比率的倒数。

[0510] 73. 根据实施例70、71或72所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标、所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一空间周期,且所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标所述设计被设计为具有第二空间周期。

[0511] 74. 根据实施例56至60中任一项所述的方法,还包括:

[0512] 接收额外的第一测量值,所述额外的第一测量值已从额外的第一目标的检查获得;

[0513] 接收额外的第二测量值,所述额外的第二测量值已从额外的第二目标的检查获得,

[0514] 其中所述额外的第一目标已在与所述第一目标同一个印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第一目标,

[0515] 其中所述额外的第二目标已在与所述第二目标同一个印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第二目标,

[0516] 且其中所述确定所述聚焦参数的步骤另外使用至少所述额外的第一测量值和所述额外的第二测量值。

[0517] 75. 根据实施例74所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述额外的第一目标和所述额外的第二目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标和所述第二目标被设计为在空间周期和/或线-空间宽度比率方面不同于所述额外的第一目标和所述额外的第二目标。

[0518] 76. 根据实施例54至75中任一项所述的方法,其中限定所述目标图案并不包括在所述单独的目标中引入依赖于聚焦的不对称性特征。

[0519] 77. 根据实施例54至76中任一项所述的方法,其中所述确定所述聚焦参数的步骤使用所述测量值,结合通过利用聚焦设定范围印制的校准目标的先前测量获得的校准信息。

[0520] 78. 根据实施例54至77中任一项所述的方法,其中所述第一聚焦偏移极性与所述第二聚焦偏移相反。

[0521] 79. 根据实施例78所述的方法,其中所述第二聚焦偏移与所述第一聚焦偏移相等且相反。

[0522] 80. 根据实施例54至79中任一项所述的方法,还包括:作为初步步骤,通过在所述衬底上的同一抗蚀剂层中印制所述目标图案两次,改变所述聚焦偏移且加上位置偏移,实现使用所述光刻设备来在所述衬底上印制所述第一目标和所述第二目标,使得所述第二目标邻近于所述第一目标但从所述第一目标偏移。

[0523] 81. 根据实施例33至80中任一项所述的方法,其中在跨越衬底的多个部位处重复所述方法,由此测量跨越所述衬底所述光刻设备的聚焦性能变化。

[0524] 82. 根据实施例33至81中任一项所述的方法,其中对监测衬底执行所述方法,聚焦性能所述测量正用以在产品衬底处理时应用聚焦校正。

[0525] 83. 一种用于测量光刻过程的参数量测设备,所述量测设备可操作以执行根据实施例33至79中任一项所述的方法。

[0526] 84. 根据实施例83所述的量测设备,包括:

[0527] 用于所述衬底的支撑件,所述衬底上具有多个目标;

[0528] 光学系统,所述光学系统用于测量每个目标;以及

[0529] 处理器。

[0530] 85. 一种光刻系统,包括:

[0531] 光刻设备,所述光刻设备包括:

[0532] 照射光学系统,所述照射光学系统被布置成照射图案;

[0533] 投影光学系统,投影光学系统被布置成将所述图案的图像投影至衬底上;以及

[0534] 根据实施例83或84所述的量测设备,

[0535] 其中所述光刻设备被布置成使用通过所述量测设备确定所述聚焦参数以将所述图案施加至另外的衬底。

[0536] 86. 一种计算机程序,包括处理器可读指令,所述处理器可读指令在合适的处理器

控制设备上执行时致使所述处理器控制设备执行根据实施例33至79中任一项所述的方法。

[0537] 87. 一种计算机程序载体,其包括根据实施例86所述的计算机程序。

[0538] 88. 一种制造器件的方法,其中使用光刻过程将器件图案施加至一系列衬底,所述方法包括:

[0539] -使用根据实施例33至80中任一项所述的方法以监测所述聚焦参数,和

[0540] -根据确定的聚焦参数针对稍后的衬底来控制所述光刻过程。

[0541] 89. 一种测量光刻设备的像差参数的方法,所述方法包括:

[0542] 接收第一测量值,已从第一目标的检查获得所述第一测量值;

[0543] 接收第二测量值,已从第二目标的检查获得所述第二测量值;

[0544] 接收第三测量值,已从第三目标的检查获得所述第三测量值;

[0545] 接收第四测量值,已从第四目标的检查获得所述第四测量值;以及

[0546] 从至少所述第一测量值、所述第二测量值、所述第三测量值和所述第四测量值确定所述像差参数,

[0547] 其中所述第一目标和所述第三目标已通过使用相对于所述光刻设备的最佳聚焦设定的第一聚焦偏移而在衬底上的抗蚀剂层中第一次印制所述目标图案来形成,

[0548] 且其中已通过使用相对于所述光刻设备的所述最佳聚焦设定的第二聚焦偏移而在所述同一抗蚀剂层中第二次印制所述目标图案,加上位置偏移,来形成所述第二目标和所述第四目标,使得所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标和所述第四目标在所述衬底上彼此邻近。

[0549] 90. 根据实施例89所述的方法,其中已从所述对应的目标散射辐射的测量结果获得每个测量值。

[0550] 91. 根据实施例90所述的方法,其中每个测量值表示从所述对应的目标散射的辐射的衍射阶的强度。

[0551] 92. 根据实施例91所述的方法,其中所述衍射阶为较高的(非零)衍射阶。

[0552] 93. 根据实施例89至91中任一项所述的方法,其包括对所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标执行检查以获得所述第一测量值、所述第二测量值、所述第三测量值和所述第四测量值。

[0553] 94. 根据实施例89至93中任一项所述的方法,其中所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标和所述第三目标中的线与所述第一目标和所述第四目标中的线正交地定向。

[0554] 95. 根据实施例93、94所述的方法,其中所述确定所述像差参数步骤使用(i)所述第一测量值与所述第三测量值之间的差和(ii)所述第二测量值与所述第四测量值之间的差之间的差。

[0555] 96. 根据实施例89至95中任一项所述的方法,其中所述像差参数为像散。

[0556] 97. 根据实施例89至96中任一项所述的方法,还包括执行所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标检测以获得所述第一测量值、所述第二测量值、所述第三测量值和所述第四测量值。

[0557] 98. 根据实施例97所述的方法,其中所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果中的至少两个测量结果通过单个检查步骤而获得。

- [0558] 99. 根据实施例89至98中任一项所述的方法,还包括:
- [0559] 接收第五测量值,已从第五目标的检查获得所述第五测量值;
- [0560] 接收第六测量值,已从第六目标的检查获得所述第六测量值;
- [0561] 接收第七测量值,已从第七目标的检查获得所述第七测量值;以及
- [0562] 接收第八测量值,已从第八目标的检查获得所述第八测量值;
- [0563] 其中所述第五目标和所述第七目标已在与所述第一目标和所述第三目标同一个印制步骤中使用所述第一聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第一目标和所述第三目标,
- [0564] 其中所述第六目标和所述第八目标已在与所述第二目标和所述第四目标同一个印制步骤中使用所述第二聚焦偏移来印制,而在设计方面不同于所述第二目标和所述第四目标,
- [0565] 且其中所述确定所述像差参数步骤另外使用至少所述第五测量值、所述第六测量值、所述第七测量值和所述第八测量值。
- [0566] 100. 根据实施例99所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标、所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一线-空间宽度比率,且所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标所述设计被设计为具有第二线-空间宽度比率。
- [0567] 101. 根据实施例100所述的方法,其中所述第一线-空间宽度比率为所述第二线-空间宽度比率的倒数。
- [0568] 102. 根据实施例99、100或101所述的方法,其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标、所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标、所述第二目标、所述第三目标、所述第四目标被设计为具有第一空间周期,且所述第五目标、所述第六目标、所述第七目标和第八目标所述设计被设计为具有第二空间周期。
- [0569] 103. 根据实施例89至102中任一项所述的方法,其中限定所述目标图案并不包括在所述单独的目标中引入依赖于聚焦的不对称性特征。
- [0570] 104. 根据实施例89至103中任一项所述的方法,其中所述第一聚焦偏移极性与所述第二聚焦偏移相反。
- [0571] 105. 根据实施例104所述的方法,其中所述第二聚焦偏移与所述第一聚焦偏移相等且相反。
- [0572] 106. 根据实施例89至105中任一项所述的方法,其还包括:作为初步步骤,通过在所述衬底上的同一抗蚀剂层中印制所述目标图案两次,改变所述聚焦偏移且加上位置偏移,来使用所述光刻设备在所述衬底上的抗蚀剂层中印制所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标,使得所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标在所述衬底上彼此邻近。
- [0573] 107. 根据实施例89至106中任一项所述的方法,其中在跨越衬底的多个部位处重复所述方法,由此测量跨越所述衬底所述光刻设备的像差参数的变化。
- [0574] 108. 根据实施例89至107中任一项所述的方法,其中对监测衬底执行所述方法,所



述像差参数所述测量正用以在产品衬底处理时施加校正。

[0575] 109. 一种用于测量光刻过程的参数量测设备, 所述量测设备可操作以执行根据实施例89至108中任一项所述的方法。

[0576] 110. 根据实施例107所述的量测设备, 包括:

[0577] 用于所述衬底的支撑件, 所述衬底上具有多个目标;

[0578] 光学系统, 所述光学系统用于测量每个目标; 以及

[0579] 处理器。

[0580] 111. 一种光刻系统, 包括:

[0581] 光刻设备, 所述光刻设备包括:

[0582] 照射光学系统, 所述照射光学系统被布置成照射图案;

[0583] 投影光学系统, 所述投影光学系统被布置成将所述图案的图像投影至衬底上; 以及

[0584] 根据实施例107或108所述的量测设备,

[0585] 其中所述光刻设备被布置成在将所述图案施加至另外的衬底时使用通过所述量测设备确定所述像差参数。

[0586] 112. 一种计算机程序, 其包括处理器可读指令, 所述处理器可读指令在合适的处理器控制设备上执行时致使所述处理器控制设备执行根据实施例89至108中任一项所述的方法。

[0587] 113. 一种计算机程序载体, 其包括根据实施例112所述的计算机程序。

[0588] 114. 一种制造器件的方法, 其中使用光刻过程将器件图案施加至一系列衬底, 所述方法包括:

[0589] -使用根据实施例89至108中任一项所述的方法以监测所述聚焦参数, 和

[0590] -根据确定的聚焦参数针对稍后的衬底控制所述光刻过程。

[0591] 115. 一种测量光刻设备的成像参数的方法, 所述方法包括:

[0592] 接收第一测量值集合, 所述第一测量值中的每个第一测量值已通过检测第一目标的集合中的单独的第一目标来获得;

[0593] 接收第二测量值集合, 所述第二测量值中的每个第二测量值中已通过检测第二目标的集合中的单独的第二目标来获得; 以及

[0594] 至少基于所述第一测量值集合和第二测量值集合确定所述成像参数,

[0595] 其中所述第一目标的集合和所述第二目标的集合已通过衬底上的抗蚀剂层中印制至少第一目标对阵列而形成, 每个目标对包括处于实质上相同的目标部位的第一目标和第二目标, 所述第一目标对阵列中的不同的目标对已被印制在跨越所述衬底的不同目标部位处,

[0596] 且其中所述确定所述成像参数的步骤使用所述第一测量值和第二测量值, 结合当在所述不同目标部位处印制所述不同的目标对时由所述光刻设备使用的不同成像设定的知识。

[0597] 116. 根据实施例115所述的方法, 其中已从所述对应的目标散射辐射的测量获得每个测量值。

[0598] 117. 根据实施例116所述的方法, 其中每个测量值表示从所述对应的目标的散射

的辐射的衍射阶的强度。

[0599] 118. 根据实施例117所述的方法,其中所述衍射阶为较高的(非零)衍射阶。

[0600] 119. 根据实施例115至118中任一项所述的方法,其还包括对第一目标和第二目标的集合执行检查,以获得第一测量值和第二测量值所述集合。

[0601] 120. 根据实施例115至119中任一项所述的方法,其中所述第一目标和所述第二目标各自包括线-空间光栅结构,且其中所述第一目标中的线与所述第二目标中的线正交地定向。

[0602] 121. 根据实施例115至120中任一项所述的方法,其中所述确定所述成像参数的步骤包括基于用于印制每个目标对中的不同成像设定的所述知识,将第一柏桑曲线拟合至所述第一测量值且将第二柏桑曲线拟合至所述第二测量值,且基于这些导出所述成像参数。

[0603] 122. 根据实施例121所述的方法,其中所述成像参数为第一成像参数,且所述方法还包括导出另外的成像参数,所述另外的成像参数是以与用于导出所述第一成像参数不同的方式基于将所述第一柏桑曲线的一个或多个属性与所述第二柏桑曲线的一个或多个属性组合而导出的。

[0604] 123. 根据实施例115至122中任一项所述的方法,其中所述第一目标对阵列中的所述目标对已被印制在跨越所述衬底的场中,不同的场具有不同的已知的成像设定,且其中所述成像参数是针对一个或多个特定的场内位置基于从不同的场内的对应的场内位置获得的测量值来计算的。

[0605] 124. 根据实施例122或123所述的方法,其中所述第一目标对阵列中的所述目标对已被印制在跨越所述衬底的场中,所述成像参数基于自不同的场内的多个场内位置获得的测量值的组合而确定为在场上的平均值。

[0606] 125. 根据组合的实施例123和124所述的方法,其中基于第一测量值和第二测量值的所述集合针对所述成像参数导出场平均值和场内值。

[0607] 126. 根据实施例115至125中任一项所述的方法,其中通过所述方法确定的至少一个成像参数为聚焦。

[0608] 127. 根据实施例115至126中任一项所述的方法,其中通过所述方法确定的至少一个成像参数为像散。

[0609] 128. 根据实施例115至127中任一项所述的方法,其中通过所述方法确定的至少一个成像参数为曝光剂量。

[0610] 129. 根据实施例115至128中任一项所述的方法,还包括:

[0611] 接收第三测量值集合,所述第三测量值中的每个第三测量值已通过检测第三目标的集合中的单独的第三目标来获得;

[0612] 接收第四测量值集合,所述第四测量值中的每个第四测量值已通过检测第四目标的集合中的单独的第四目标来获得;

[0613] 其中第三目标所述集合和第四目标所述集合已通过在同一或另一衬底上的同一或另一抗蚀剂层中印制的至少第二目标对阵列而形成,所述第二目标对阵列中的每个目标对包括处于实质上相同的目标部位的第三目标和第四目标,所述第二目标对阵列中的不同的目标对已使用所述光刻设备的像差设定而被印制在跨越所述衬底的不同目标部位处,所述像差设定在所述第二目标对阵列内的每个目标对中的所述目标之间引发相对最佳的聚

焦偏移，

[0614] 所述方法还包括基于第三测量值和第四测量值的所述集合确定用于测量另外的衬底上的成像参数校准信息。

[0615] 130. 根据实施例129所述的方法，其中基于从第一测量值和第二测量值所述集合确定的相同或其它成像参数场内和/或场平均值利用校正来计算所述校准信息。

[0616] 131. 根据实施例115至130中任一项所述的方法，还包括：

[0617] 接收第五测量值集合，所述第五测量值中的每个第五测量值已通过检测第五目标的集合中的单独的第五目标来获得；

[0618] 接收第六测量值集合，所述第六测量值中的每个第六测量值已通过检测第六目标的集合中的单独的第六目标来获得；

[0619] 其中第五目标所述集合和第六目标所述集合已通过在同一或另一衬底上的同一或另一抗蚀剂层中印制至少第三目标对阵列而形成，所述第三目标对阵列中的每个目标对包括处于实质上相同的目标部位的第五目标和第六目标，所述第一目标对阵列中的不同的目标对利用均一成像设定而被印制在跨越所述衬底的不同目标部位处，

[0620] 所述方法还包括基于至少第五测量值集合和第六测量值集合确定至少另一成像参数，且包括基于根据第一测量值和第二测量值的所述集合确定的相同或其它成像参数场内和/或场平均值进行校正。

[0621] 132. 根据实施例131所述的方法，其中所述至少另一成像参数为场间的聚焦变化。

[0622] 133. 根据实施例115至132中任一项所述的方法，其中限定所述目标图案并不包括在所述单独的目标中引入依赖于聚焦的不对称性特征。

[0623] 134. 根据实施例115至133中任一项所述的方法，还包括对所述第一目标集合、第二目标集合，所述第三目标和第四目标集合（在存在时）以及第五目标集合和第六目标集合（在存在时）执行检查，以获得所述第一测量值集合和所述第二测量值集合和/或所述第三测量值集合和所述第四测量值集合和/或所述第五测量值集合和所述第六测量值集合。

[0624] 135. 根据实施例115至134中任一项所述的方法，还包括：作为初步步骤，通过在所述衬底的同一抗蚀剂层中印制所述目标图案一次或更多次，改变所述成像设定且加上位置偏移，来使用所述光刻设备在所述衬底的抗蚀剂层中印制第一目标集合和第二目标集合、以及印制所述第三目标集合和第四目标集合以及所述第五目标集合和第六目标集合中的至少一个目标集合，使得所述第一目标、第二目标、第三目标以及第四目标在所述衬底上彼此邻近。

[0625] 136. 根据实施例115至135中任一项所述的方法，其中对监测衬底执行所述方法，所述成像参数的所述测量结果正用以在产品衬底处理时施加校正。

[0626] 137. 一种用于测量光刻设备的一个或更多个成像参数的量测设备，所述量测设备可操作以执行根据实施例115至136中任一项所述的方法。

[0627] 138. 根据实施例137所述的量测设备，包括：

[0628] 用于所述衬底的支撑件，所述衬底上具有多个目标；

[0629] 光学系统，所述光学系统用于测量每个目标；以及

[0630] 处理器。

[0631] 139. 一种光刻系统，包括：

[0632] 光刻设备,所述光刻设备包括:

[0633] 照射光学系统,所述照射光学系统被布置成照射图案;

[0634] 投影光学系统,所述投影光学系统被布置成将所述图案的图像投影至衬底上;以及

[0635] 根据实施例137或138所述的量测设备,

[0636] 其中所述光刻设备被布置成在将所述图案施加至另外的衬底时使用通过所述量测设备确定所述像差参数。

[0637] 140.一种包括处理器可读指令计算机程序,所述处理器可读指令在合适的处理器控制设备上执行时致使所述处理器控制设备执行根据实施例115至136中任一项所述的方法。

[0638] 141.一种计算机程序载体,其包括根据实施例140所述的计算机程序。

[0639] 142.一种制造器件的方法,其中使用光刻过程将器件图案施加至一系列衬底,所述方法包括:

[0640] -使用根据实施例115至136中任一项所述的方法以监测所述聚焦参数,和

[0641] -根据确定的聚焦参数针对稍后的衬底控制所述光刻过程。

[0642] 本发明中所使用的术语“辐射”和“束”涵盖所有类型电磁辐射,包括紫外线(UV)辐射(例如具有为或约为365纳米、355纳米、248纳米、193纳米、157纳米或126纳米的波长)和极紫外线(EUV)辐射(例如具有在5纳米至20纳米范围内的波长),以及粒子束,诸如离子束或电子束。

[0643] 术语“透镜”在情境允许时可指各种类型的光学部件中的任一光学部件或其组合,包括折射式、反射式、磁性式、电磁式和静电式光学部件。

[0644] 对具体实施例的前述描述将因此充分地揭露本发明的一般性质:在不背离本发明一般概念的情况下,其它人可以通过应用本领域技术人员所了解的知识针对各种应用容易地修改和/或调适这些具体实施例,而无需进行过度的实验。因此,基于本发明中呈现的教导和指导,这些调适和修改意图在公开的实施例的等效物的涵义和范围内。应理解,本发明中的措辞或术语是出于例如描述而非限制的目的,以使得本图示书的术语或措辞要由本领域技术人员按照所述教导和所述指导进行解释。

[0645] 本发明广度和范围不应受上述示例性实施例中的任一示例性实施例限制,而应仅根据随附权利要求和其等效物来限定。

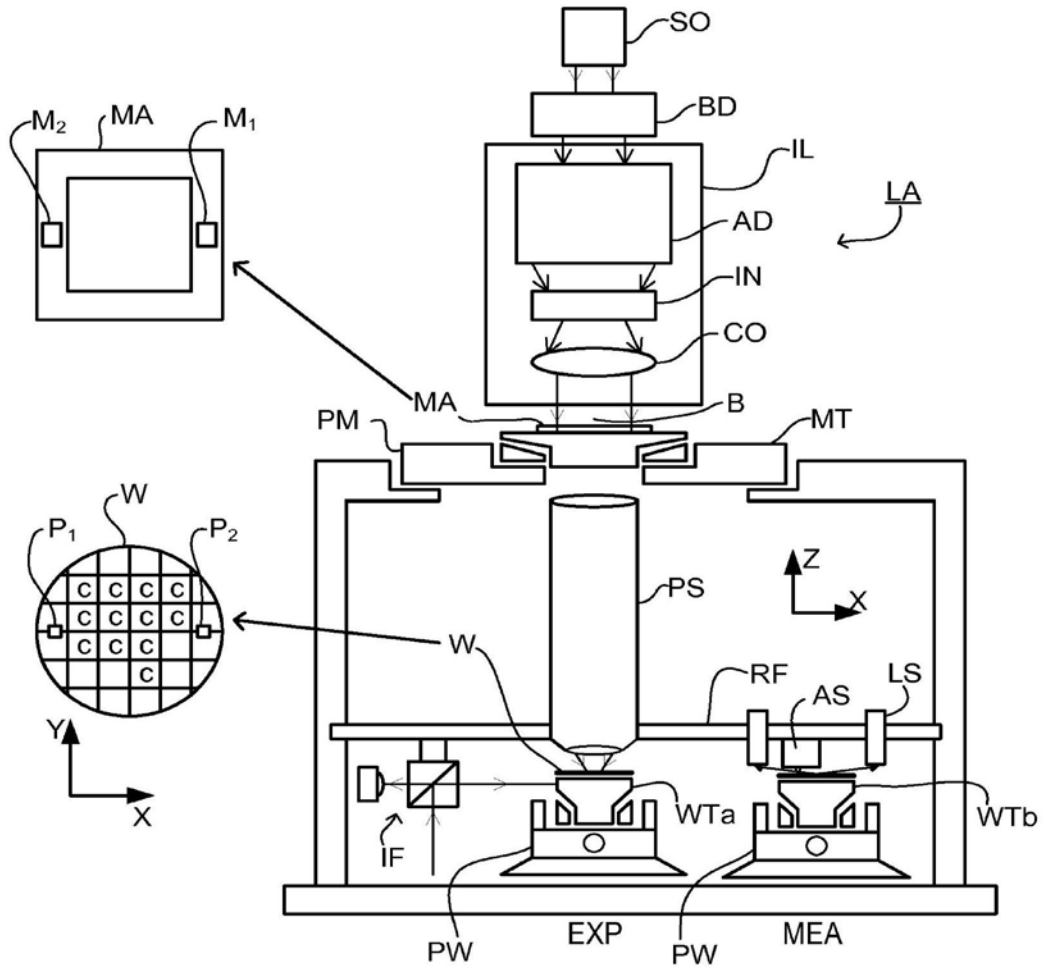


图1

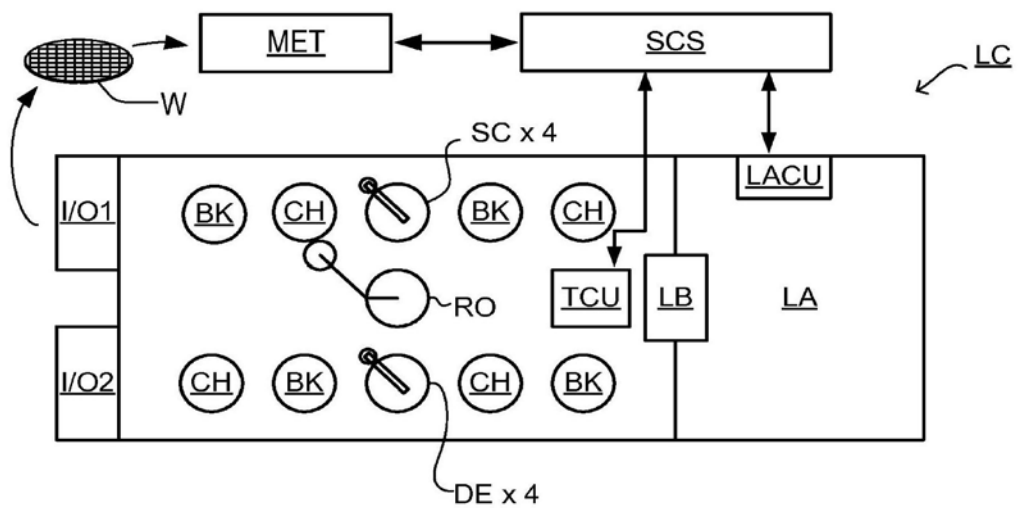


图2

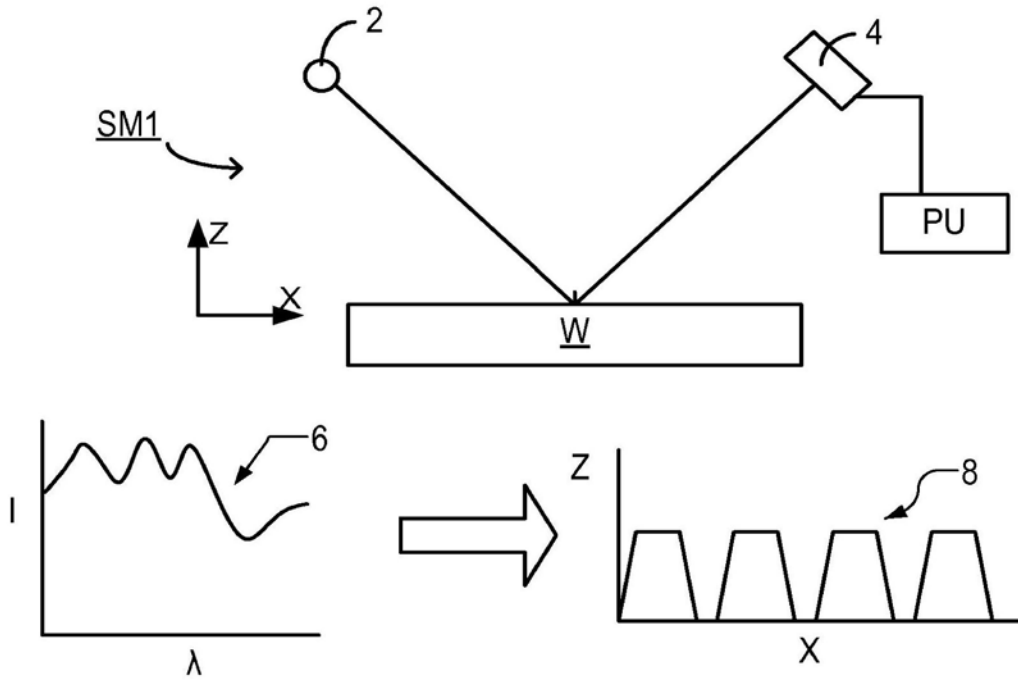


图3

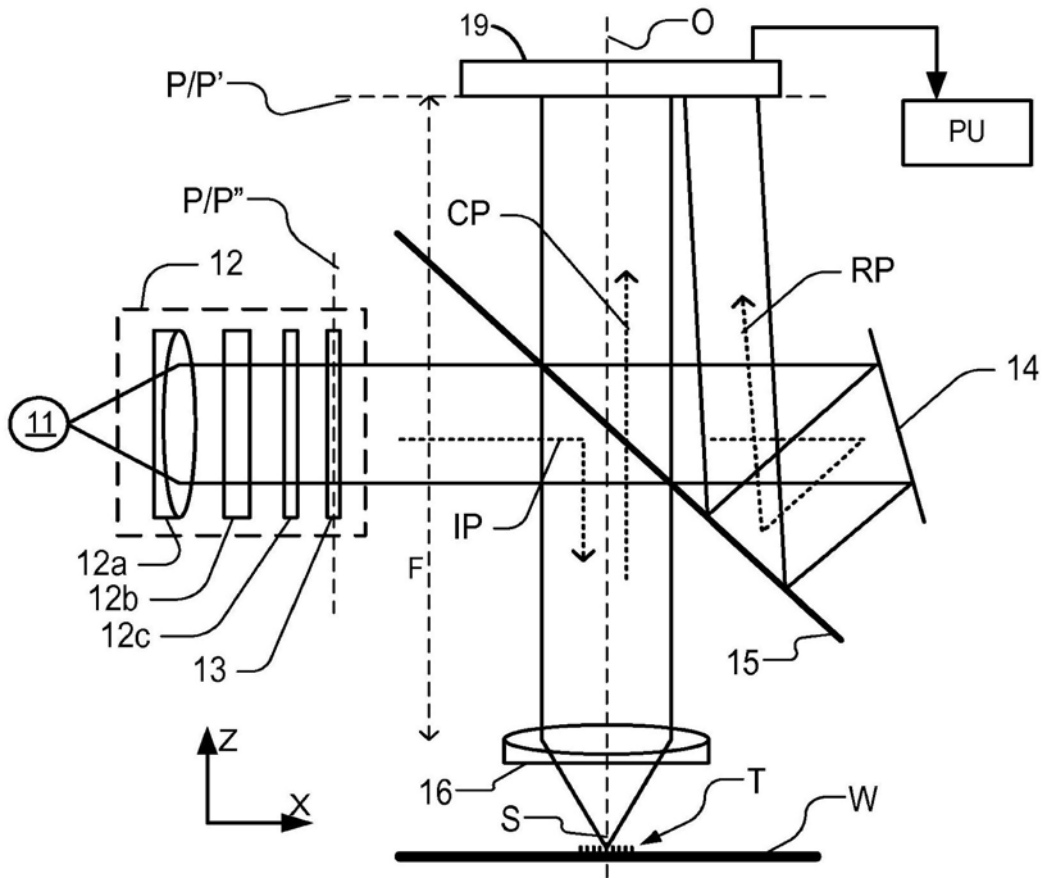


图4

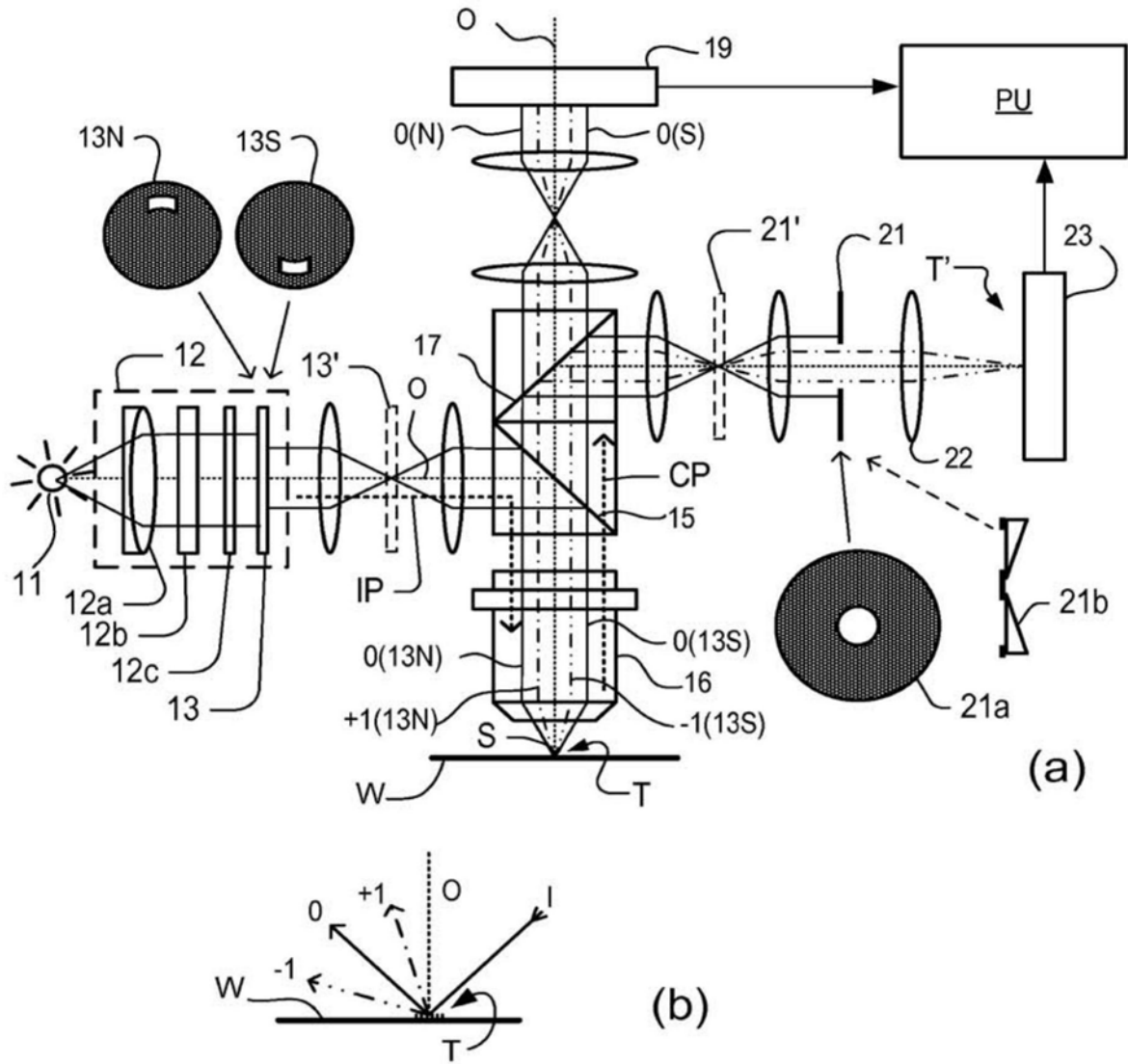


图5

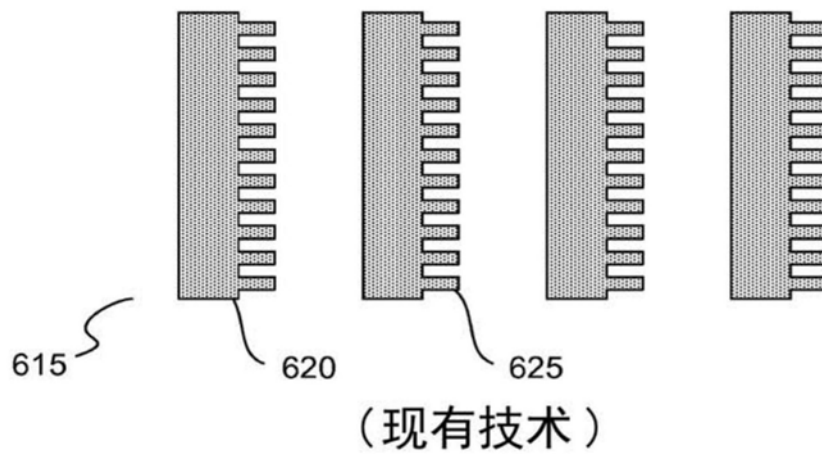
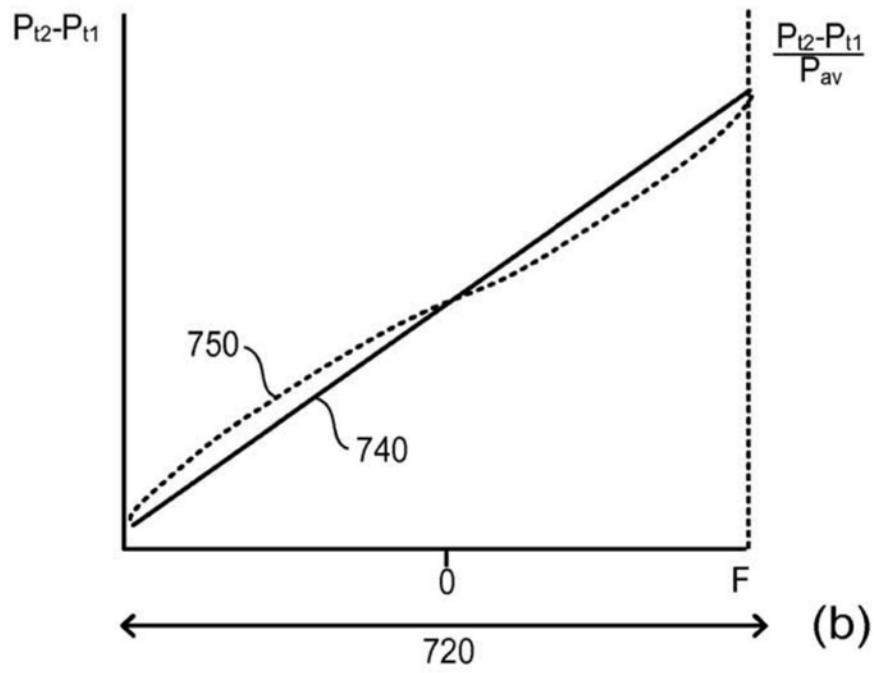
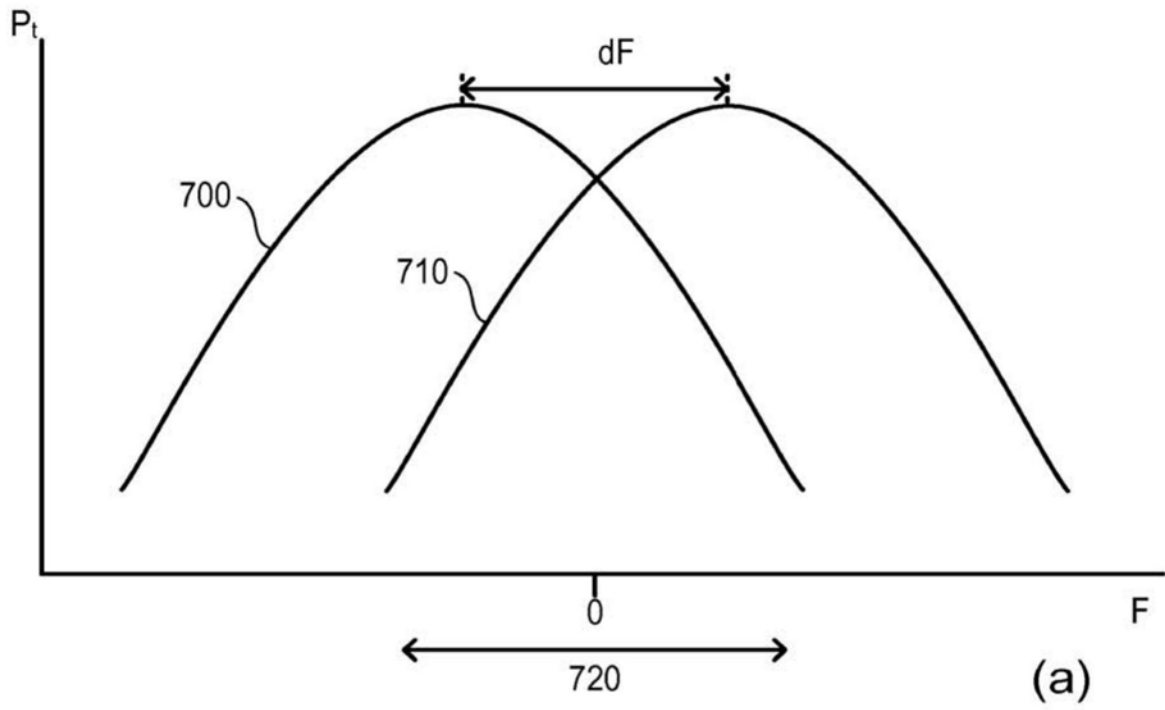


图6



(现有技术)

图7



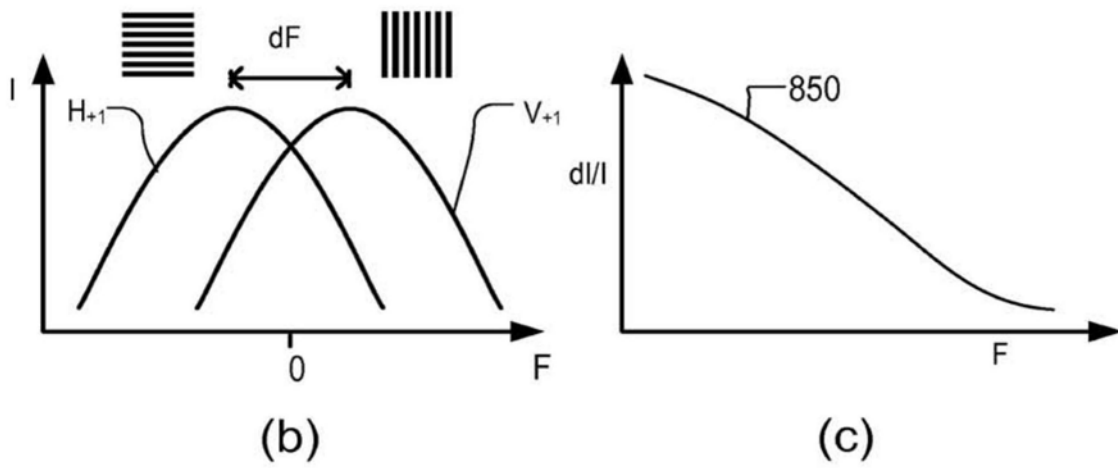
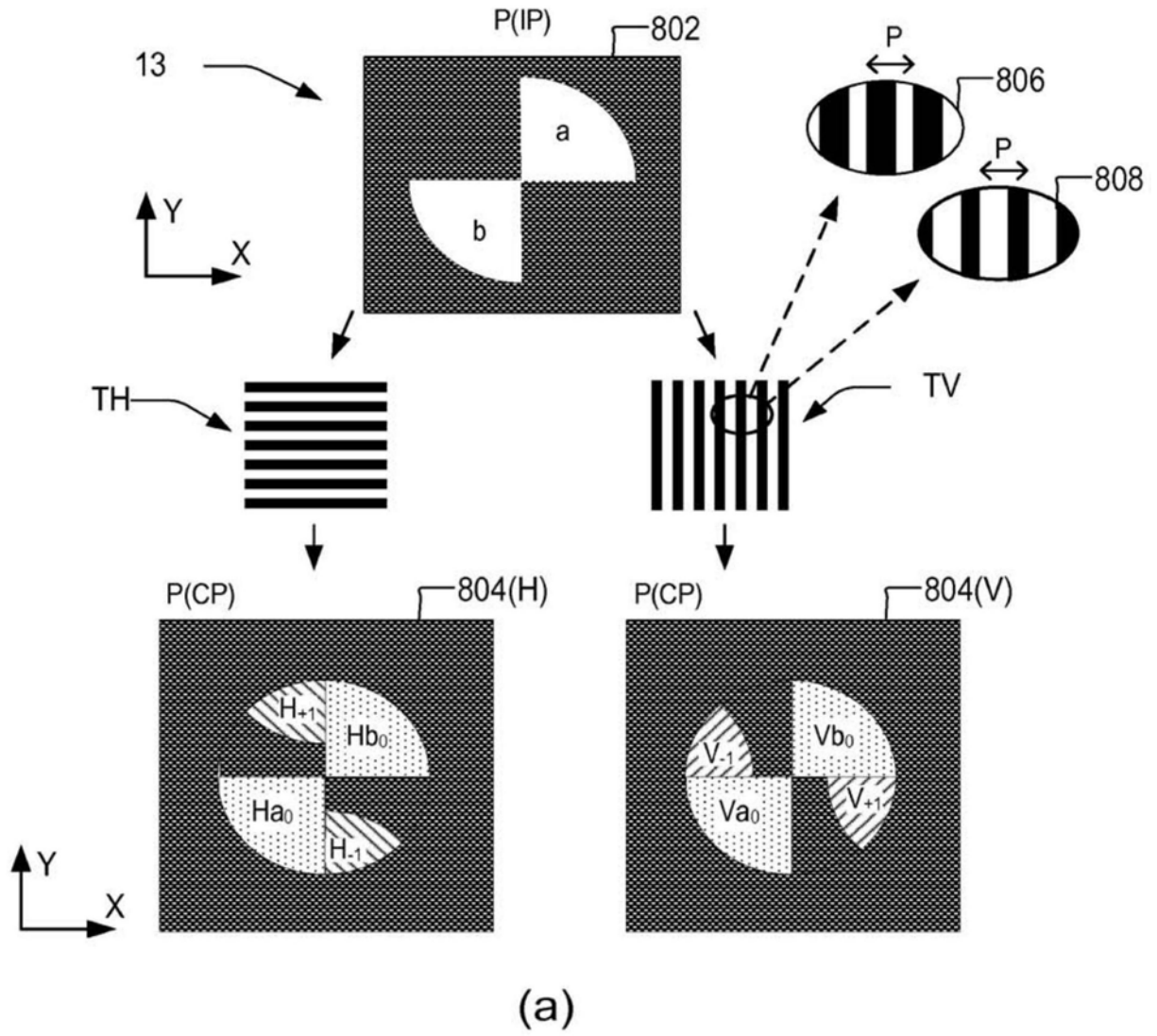


图8

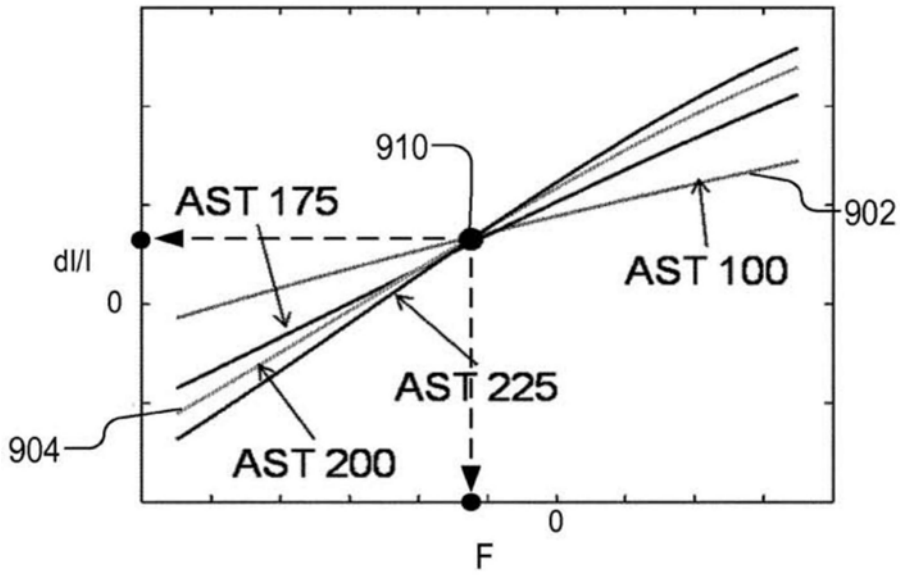


图9

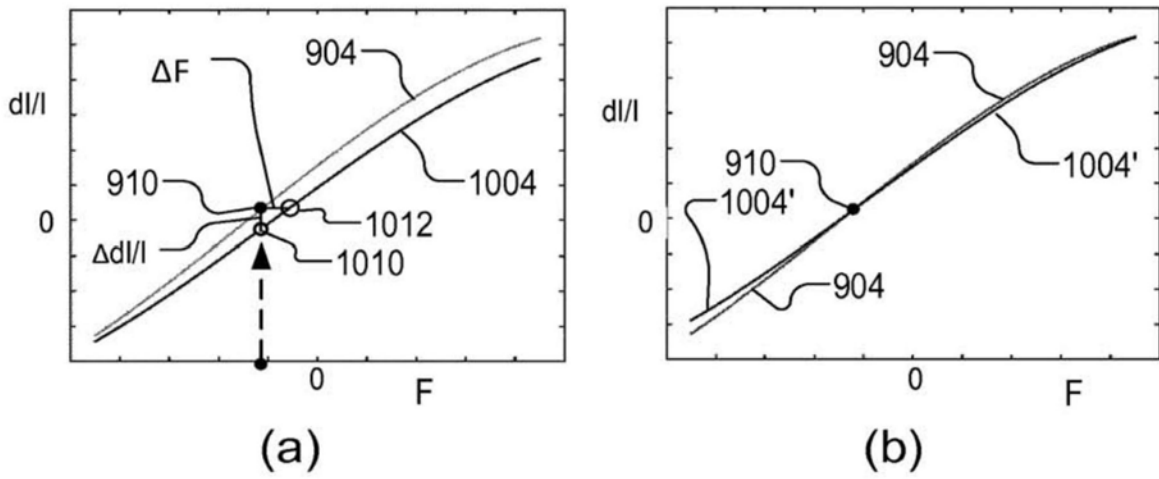


图10

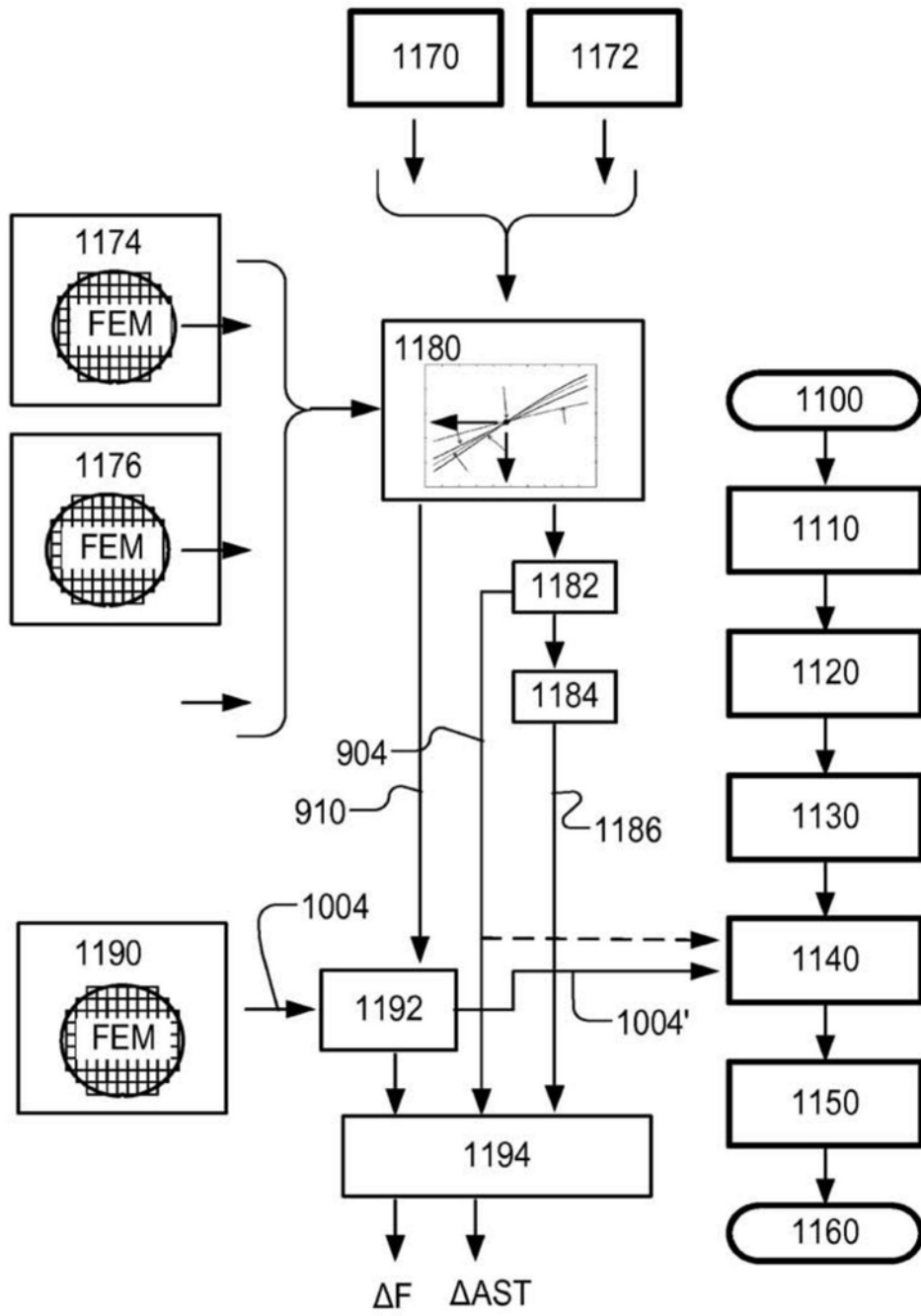


图11

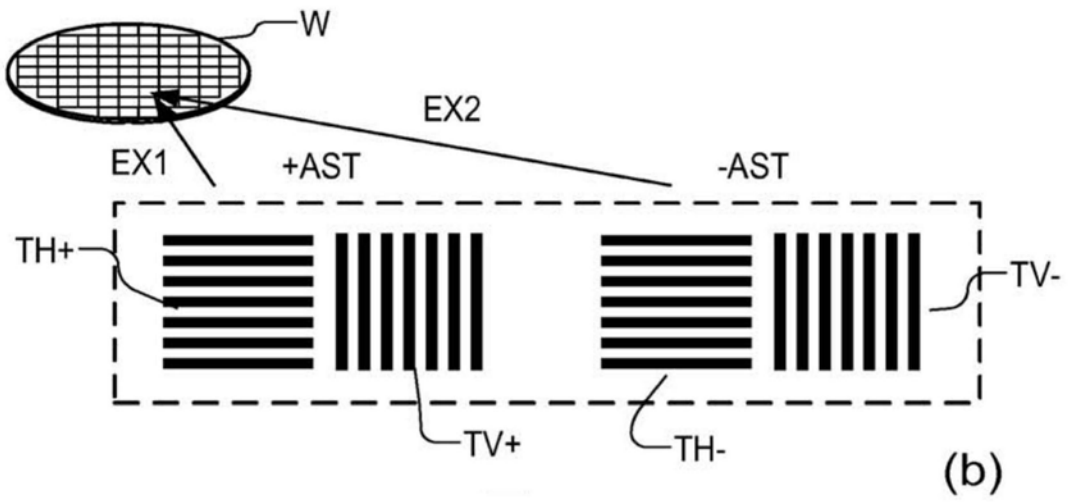
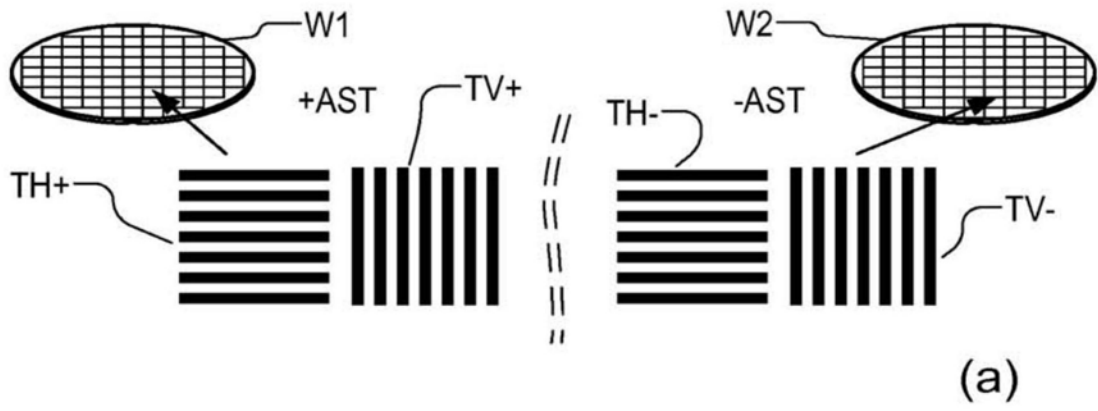


图12

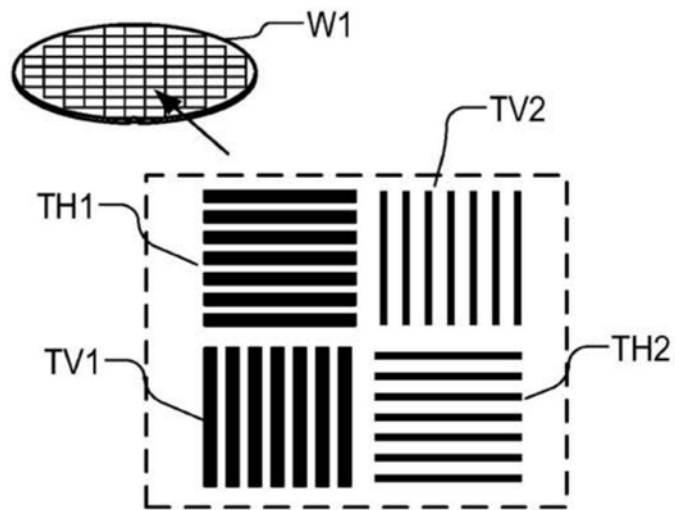


图13

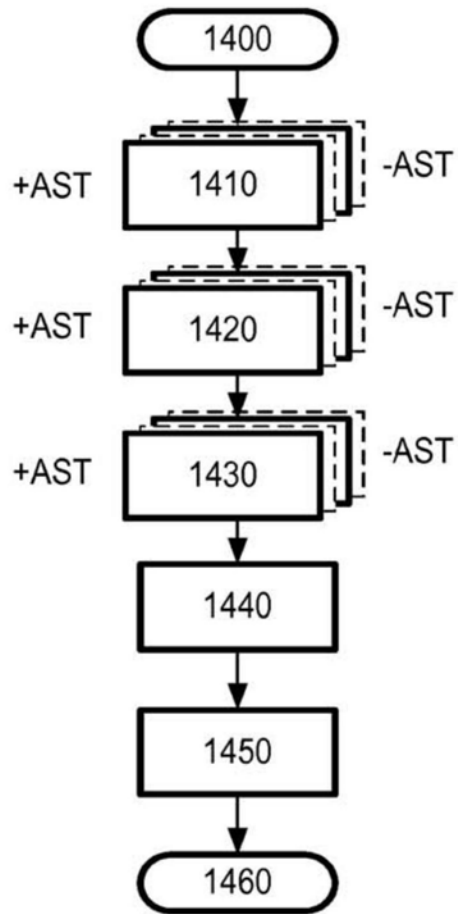


图14

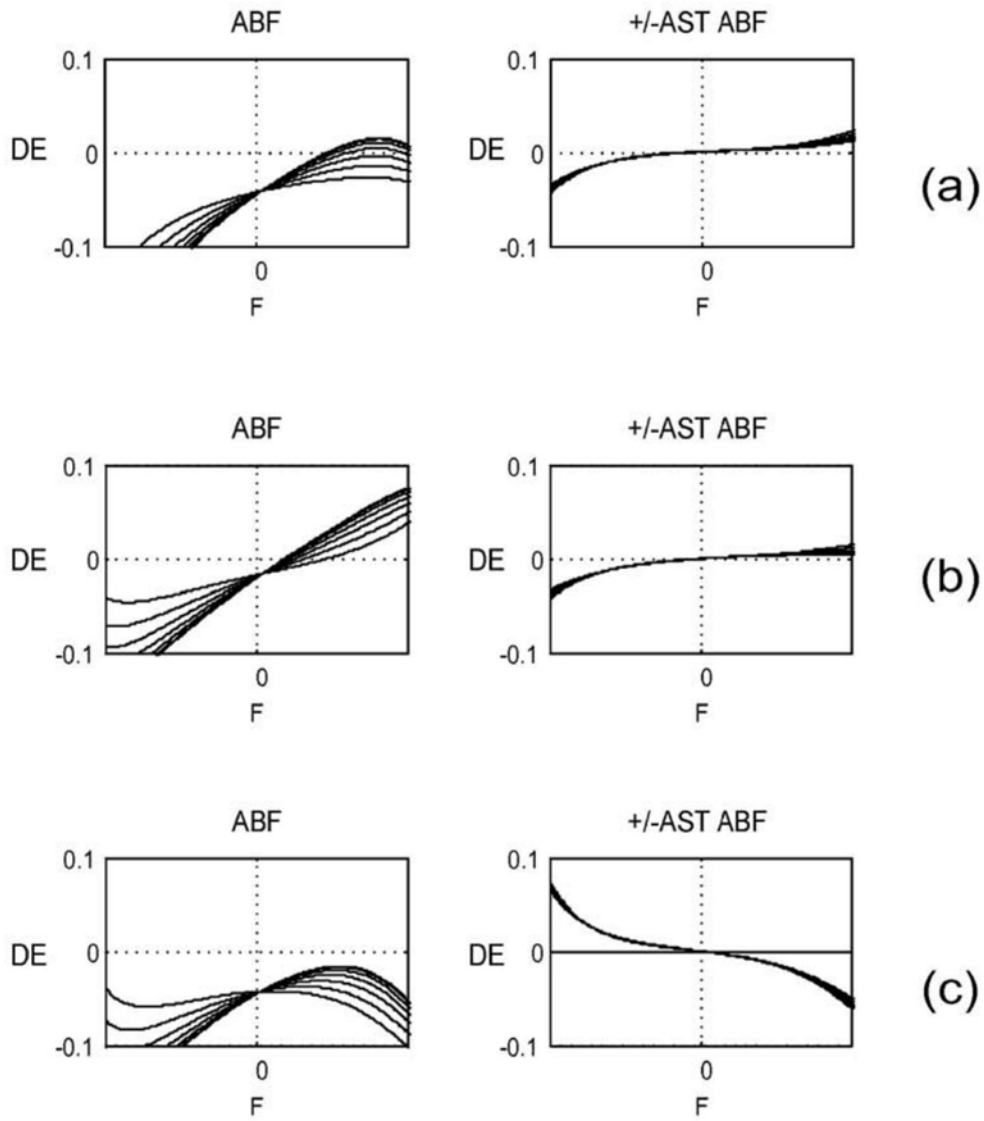


图15

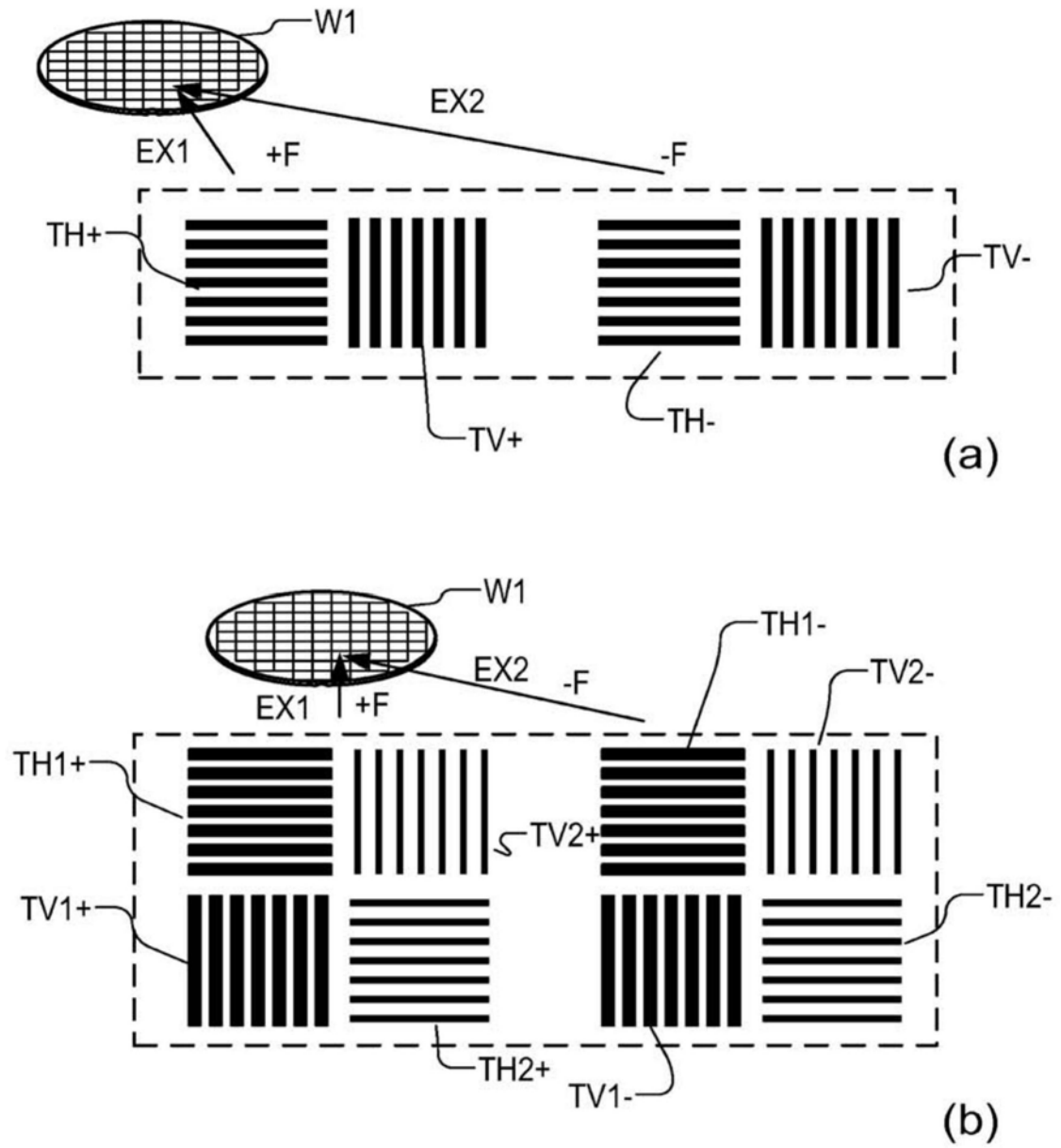


图16

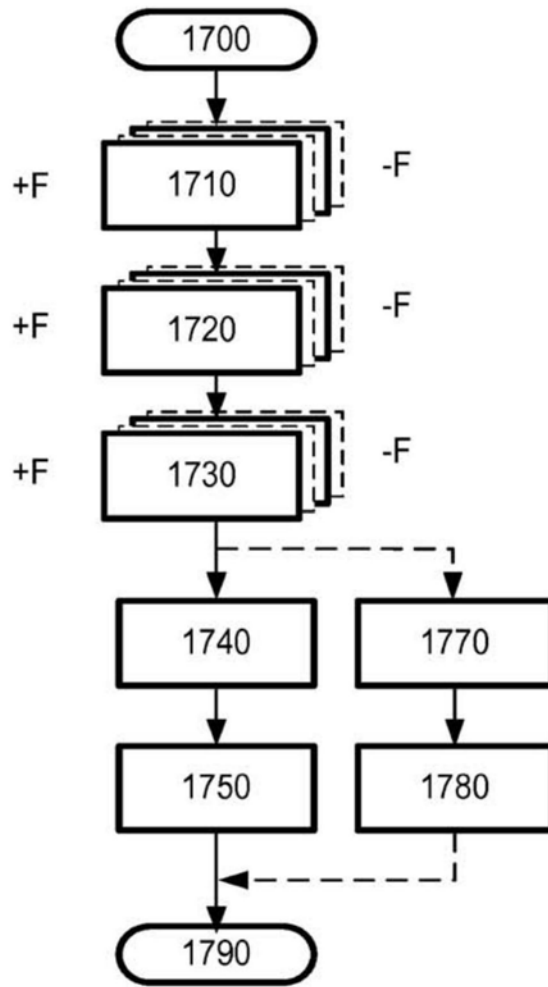


图17



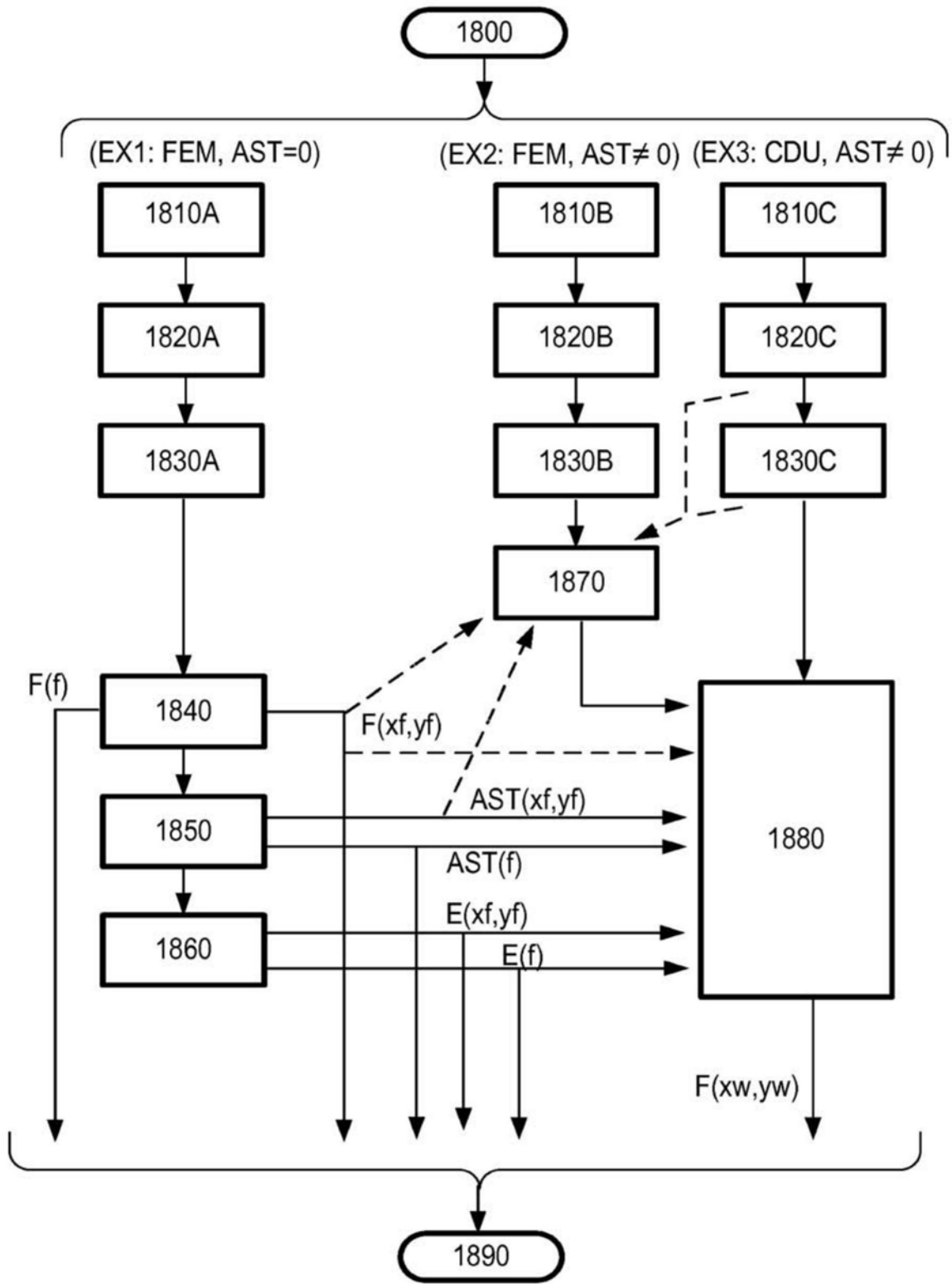


图18

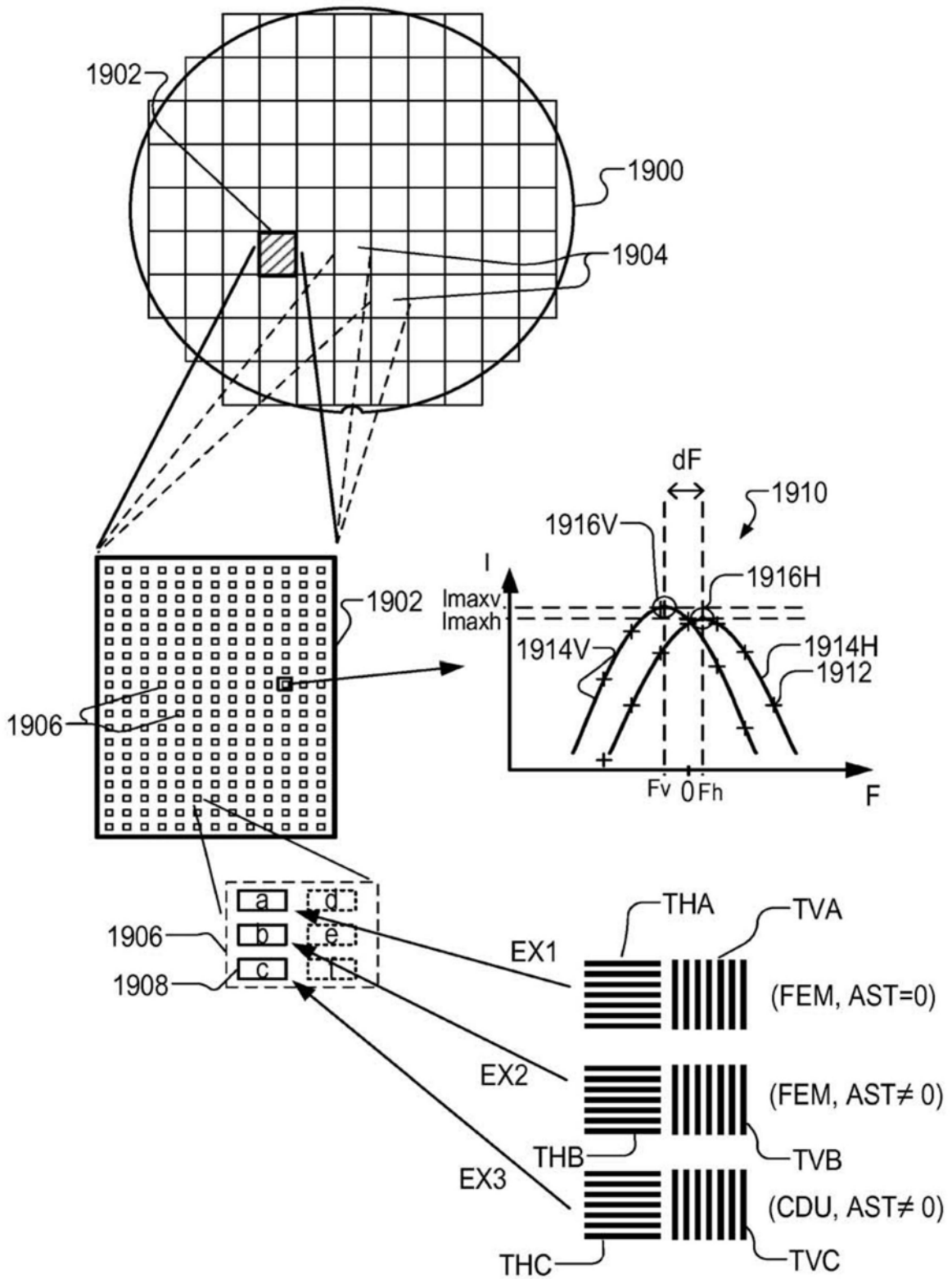


图19