

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 9/00 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410032688.8

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100520600C

[22] 申请日 2004.3.10

[21] 申请号 200410032688.8

[30] 优先权

[32] 2003.3.11 [33] EP [31] 03075704.1

[73] 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 R·布林克霍夫

M·E·J·布恩曼

M·J·M·-E·德尼维尔勒

[56] 参考文献

US2003/0058423A1 2003.3.27

US6245585B1 2001.6.12

EP1037117A2 2000.9.20

审查员 顾雯雯

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

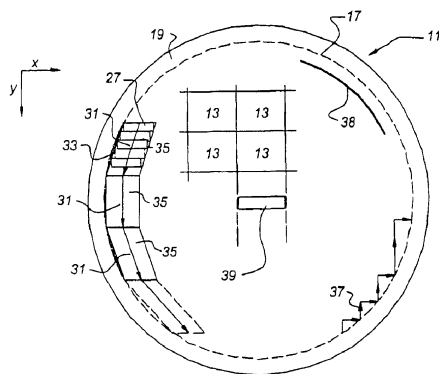
权利要求书4页 说明书18页 附图6页

[54] 发明名称

一种包括传感器的组件，其制造方法及光刻投影设备

[57] 摘要

本发明涉及一种包括传感器的组件，该传感器用于测定光刻投影设备(1)中基板(W; 11)表面的倾斜度和高度其中至少一个。所述基板(W; 11)可以沿基本平行于基板表面的至少一个路径相对传感器移动。所述光刻投影设备具有曝光扫描方向(y)，该组件设置为沿所述至少一个路径相对所述传感器连续移动该基板，并且提供有关沿所述至少一个路径的倾斜度和高度其中至少一个的测量信息。该组件包括用于存储所述测量数据的存储器(10)，以备所述光刻投影设备以后对所述基板曝光时使用。所述基板的所述至少一个路径至少部分地与曝光扫描方向成一角度。



1. 一种包括传感器的组件，该传感器用于测定光刻投影设备(1)中基板(W; 11)表面的倾斜度和高度其中的至少一个，该基板(W; 11)可以相对所述传感器沿与基板表面基本平行的多个路径移动，该光刻投影设备具有曝光扫描方向(y)，该组件设置为相对所述传感器沿所述多个路径连续移动该基板，并且提供沿所述多个路径的关于倾斜度和高度其中至少一个的测量数据，该组件包括用于存储所述测量数据的存储器(10)，以备所述光刻投影设备以后对基板进行曝光时使用，其特征在于：所述基板的多个路径由基本上平行于边缘轮廓的局部切线方向的直线构成。

2. 如权利要求1所述的组件，基板具有边缘轮廓(17)，其特征在于：所述传感器基本上沿该基板(W; 11)边缘轮廓(17)的至少一部分测量。

3. 如权利要求2所述的组件，其特征在于：所述传感器沿该基板(W; 11)的边缘轮廓(17)进行一次测量。

4. 如权利要求1, 2或3所述的组件，其特征在于：该组件设计成用所述传感器沿着多个相继路径进行测量，其中在相继路径之间具有不执行测量的间隙。

5. 如权利要求4所述的组件，其特征在于：所述传感器为具有能够测量高度的至少一个感应点并且可在开关状态间切换的传感器，其中以所述传感器的位置为函数进行切换。

6. 如权利要求5所述的组件，其特征在于：所述传感器具有多个感应点，并且所述组件设计成沿所述多个路径的至少一部分仅用感应点的子集进行测量。

7. 如权利要求6所述的组件，其特征在于：该基板包括一邻近边缘轮廓(17)的目标部分，在所述目标部分的随后曝光过程中使用所存储的来自多个路径的测量数据。

8. 一种光刻投影设备(1)，包括：

- 由辐射源 (LA) 发射的辐射形成投影光束 (PB) 的辐射系统 (Ex, IL),
- 用以支撑构图部件的支撑结构 (MT), 所述构图部件被所述投影光束照射以便将所述投影光束图案化,
- 用以支撑基板 (W) 的基板工作台 (WT), 和
- 构成并设置成在基板的目标部分上成像构图部件被照射部分的投影系统 (PL),

其特征在于: 所述光刻投影设备包括权利要求 1-7 其中任一个所述的组件。

9. 如权利要求 8 的光刻投影设备 (1), 其特征在于: 该光刻投影设备 (1) 用以在焦平面上投影所述辐射光束 (PB), 从存储器 (10) 中读取测量数据, 并且使用该测量数据来调整基板的位置, 以使基板上被所述辐射光束 (PB) 照射的目标部分位于所述辐射光束 (PB) 的焦平面中。

10. 如权利要求 8 或 9 的光刻投影设备 (1), 其特征在于: 所述传感器, 在测量中, 用至少一个点照射所述基板, 所述至少一个点与所述轮廓边缘之间的最大距离在 0.5mm 到 4mm 范围之内。

11. 如权利要求 10 的光刻投影设备 (1), 其特征在于: 所述至少一个点与所述轮廓边缘之间的最大距离在 1.5 mm 到 2.5mm 范围之内。

12. 一种测量光刻投影设备 (1) 中基板 (W; 11) 表面的倾斜度和高度其中至少一个的方法, 包括:

- 提供用于支撑基板 (W; 11) 的基板工作台 (WT),
- 提供传感器,
- 提供存储器 (10),

基板工作台 (WT) 和传感器可沿至少一个与基板 (W; 11) 表面基本平行的路径相互移动, 所述光刻投影设备 (1) 具有曝光扫描方向 (y), 该方法进一步包括:

- 相对所述传感器沿着所述路径连续地移动该基板, 同时提供有关沿着所述路径的倾斜度和高度中所述至少一个的测量数据,

- 在所述存储器(10)中存储测量数据以备所述光刻投影设备(1)对所述基板的随后曝光中使用,其特征在于:所述基板的所述路径由基本上平行于边缘轮廓的局部切线方向的直线构成。

13. 如权利要求 12 的方法,进一步包括:

- 提供辐射系统(3,4)用以形成由辐射源(6)发射的辐射形成投影光束(6),

- 提供支撑结构(MT)用以支撑构图部件,并被投影光束照射以将所述投影光束图案化,

- 沿曝光扫描方向扫描基板(W),

- 在所述基板的曝光过程中使用所述测量数据。

14. 如权利要求 12 或 13 中任何一个的方法,其特征在于:基本沿着基板(W;11)的边缘轮廓(17)的至少一部分测量。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于:

- 由所述辐射源产生所述辐射光束(PB),并将所述辐射光束(PB)投影到所述基板(W)上的焦平面上,

- 从存储器(10)读出倾斜度和高度数据中的所述至少一个,以及

- 利用该倾斜度和高度数据中的所述至少一个来调整基板的位置,以使基板上被辐射光束照射的目标部分处于所述辐射光束(PB)的焦平面上。

16. 如权利要求 12 所述的方法,其特征在于测定一批基板的至少一个基板(W)上的倾斜度和高度中的所述至少一个,并将所述至少一个基板的倾斜度和高度中的所述至少一个用于所述批次的所有基板。

17. 一种包括传感器的组件,该传感器用于测定光刻投影设备(1)中基板(W;11)表面的倾斜度和高度其中的至少一个,该基板(W;11)相对于所述传感器可沿着基本平行于所述基板表面的多个路径移动,该传感器具有多个感应点,该光刻投影设备具有曝光扫描方向(y),该组件沿着所述多个路径用所述传感器进行测量,并提供有关沿着所述多个路径的倾斜度和高度其中的所述至少一个的测量数据,

该组件包括存储所述测量数据的存储器（10），以被所述光刻投影设备对所述基板随后曝光中使用，该基板具有边缘轮廓（17），其特征在于：所述基板的多个路径由基本上平行于边缘轮廓的局部切线方向的直线构成，当由于多个感应点中的一个或多个正好在所述基板（W；11）的边缘轮廓（17）上或之外而使多个感应点中的该一个或多个感应点提供无效的数据时，该组件用所述多个感应点的预定子集进行测量。

一种包括传感器的组件，其制造方法及光刻投影设备

技术领域

本发明涉及一组件，该组件包括可以测定光刻投影设备中基板表面的斜度和高度其中至少一个的传感器，该基板可以相对所述传感器沿与基板表面基本平行的至少一个路径移动，该光刻投影设备具有曝光扫描方向，该组件设置为相对所述传感器沿所述至少一个路径连续移动该基板，并且提供关于沿所述至少一个路径的所述斜度和高度其中至少一个的测量数据，该组件包括用于存储所述测量数据的存储器，以备随后所述光刻投影设备对所述基板曝光过程中使用。本发明还涉及一种光刻投影设备和制造一体化结构的方法。

背景技术

所述基板的边缘轮廓形成基板上高度和斜度的测量可以进行的区域，与基板上高度和斜度的测量不可进行的区域之间的边界，特别是接近所述基板的外边界的地方。在光刻投影设备中，圆盘形物体（基板）放在投影光刻图形的位置上。为了防止像差，图形必须并非垂直于基板，在基板与投影光束成一角度（倾斜）的情况下投影到基板。为了获得基板倾斜度的信息，使用传感器进行测量扫描，以位置为函数绘出基板的斜度。然而，接近光刻投影设备基板的边缘，具有有限感应区域、后面称作点的传感器，不适用于测量目标部分的倾斜度，因为所述传感器的测量点延伸到边缘外部的区域，也称为焦点边缘间隙（FEC），即轮廓边缘外部的区域。在这种情形中采用邻近的以前测量的基板区域的斜度。这种以前测量的所述基板的附近区域可以是目标部分附近，还可以是在上述相同目标部分中的邻近区域，在该处仍然可以可靠地实现倾斜度测量。然而，因为在测量倾斜度的区域与适用倾斜度的区域之间存在相对较大的距离，对于被曝光的目标部分或者部分目标部分有可能导致相当大的倾斜度误差，特别是基板朝边缘上斜或下斜时（边缘倾斜）。此时，基板的位置和其支撑结构能够移动到一位置，传感器的测量点不再包含在 FEC 内。这意味着该传感器的感应区域不再与实际的被曝光目标部分对准。这种在用于非移动目标

部分的用以测量倾斜度的移动操作在 US5,412,214 光刻分档器中描述。根据该文献，如果高度传感器在 FEC 内具有部分感应点，并且所述倾斜度不再或不能够被充分准确的测定，则所述基板和所述传感器将相对移动。其结果是，传感器的更多感应点被投影在基板上可以（可靠）测量的区域上。在该文献中由于倾斜测量扫描的测量轨道的有限尺寸，初始（或最终）接触 FEC 的测量扫描的初始点（或终点），最终（或最初）可以距离 FEC 几毫米。这不产生基板边缘附近倾斜度的所需准确信息，实际经验表明可以相当大的弯曲。

本申请人的欧洲专利申请 EP1037117A2，描述一种预测量扫描倾斜度测定。该申请描述一种测量全局高度倾斜度的方法。所述全局的倾斜度在基板曝光中并不直接使用，而仅仅在水准测量中做“起始点”使用。为了获得全局高度倾斜度，首先第一基板垂直移动以使基板进入所述高度传感器的测量点的线性或线性化范围内。然后移动基板以使中心测量点围绕整个曝光区域周长内部的路径来回移动。捕获只来自该单个点的信息。该全局高度轮廓路径是一个非常靠近曝光区域边缘的弯曲路径，也可以是沿轮廓边沿内部的圆形路径。所述传感器仅仅获得沿全局高度轮廓路径上的某些点处的高度测量，产生所谓的全局高度轮廓。

使用这些特别的点处获得的全局高度轮廓获得整个基板的高度和倾斜度的粗略印象。在随后的倾斜度测量扫描中，使用这些信息将基板的表面放在基板工作台上，完全在传感器具有线性操作模式的范围内。然而，这个步骤仅仅提供了关于所述基板的全局信息，但是该信息并不是足够的准确以在曝光中使用。为了准确曝光，关于高度和倾斜度的准确的局部信息是必须的。

本发明的目的是提供一种装置和一种方法，能够测量更靠近基板边缘的倾斜度，从而需要进行了易于发生错误的外推更少。

发明内容

为了达到上述目的，本发明提供一种说明书开始部分所定义的组件，其特征在于所述基板的至少一条路径至少部分地与曝光扫描方向成一角度。

由此，可更精确地确定所述基板的高度和/或倾斜度。本发明允许的测量扫描其中沿至少部分与曝光方向成一角度（该角度不是 0° 或 180° ）的路径映射所述基板的高度和/或倾斜度。

本领域的普通技术人员可以明了，该测量数据可以是传感器读数或基板支

撑结构的定位信息，或上述两者的结合。

在另一实施例中基板具有边缘轮廓，本发明的特征在于所述传感器基本上沿所述基板的至少部分边缘轮廓进行测量。这里，特别地，所述基板可以大大的弯曲，也就是说这里适当的弯曲评估是重要的。

在另一实施例中本发明的特征在于所述传感器沿基板轮廓的边缘进行一次测量。其结果是更快地确定基板边缘附近的倾斜度和/或高度。

在又一实施例中，本发明的特征在于所述传感器，在测定中，传感器设置成通过沿下述至少一种路径进行测量而接近边缘轮廓的几何形状：

- 沿着一起循所述边缘轮廓的多条直线和
- 沿着所述边缘轮廓的步进路径和
- 沿与所述边缘轮廓的形状基本相同的轮廓。

获得更接近基板边缘附近的倾斜度和/或高度与快速测量之间的最佳均衡。

在另一实施例中，本发明的特征在于该组件设置成用所述传感器沿一组在其间有间隙的多个相继路径来测量，其中所述间隙中不进行测量。改变所述基板工作台的移动方向会产生不需要的会影响准确测量的震动。为了消除上述影响，当第一路径完成以及基板工作台的移动方向调整时，测量可以暂时打断。仅仅当合理稳定的移动固定下来时，测量才继续。其导致邻近路径间的间隙。

在另一实施例中，本发明特征在于所述传感器包括具有至少一个能够测量高度和在开关状态之间转换的传感点，其中以所述传感器的位置为函数进行开关转换。依靠传感器上点在所述基板区域上的位置，传感器选择所使用的点，以从所测量的目标区域获得倾斜度。

在另一实施例中，本发明特征在于所述传感器具有多个感应点以及所述组件设置成仅用感应点的一个子集沿着所述至少一路径的至少一部分进行测量。例如，如果已知某一感应点的子集，可提供更准确测量，这些特定点可以用于获得更准确的数据，以提供更准确的倾斜度测量。

在另一实施例中，本发明特征在于所述基板包括靠近边缘轮廓的目标部分而且在所述目标部分的随后曝光中使用所存储的来自多个路径的测量数据。其具有扫描长度能够任意调整以及能够优选的优点以达到在扫描量尽可能低（最低耗时）与扫描尽可能接近基板边缘之间找一个平衡，这是在那些曝光位置中

倾斜度准确测量所需要的。这表明不必对每个曝光区域获得倾斜度信息，需要进行单独、分散的扫描（一一对应关系）。例如，如果每个曝光区域延伸到相对有限的区域，可以将一次扫描的数据用于3个曝光区域。另一方面，如果曝光区域相对大，则可以使用多次扫描时获得的信息来确定特定曝光区域的倾斜度。

本发明还涉及一种光刻投影设备，包含：

- 由辐射源发射的辐射形成辐射投影光束的辐射系统，
- 用以支撑构图部件的支撑结构，被所述投影光束照射构图所述投影光束，
- 用于支撑基板的基板工作台，和
- 一构成并设置以在基板的目标部分上成像构图部件被照射部分的投影系统，

其特征在于所述光刻投影设备包含如上所述的组件。

在另一实施例中本发明特征在于所述光刻投影设备用以投射辐射光束在焦平面上，从存储器中读取测量数据以及使用上述测量数据调整基板的位置使目标部分定位在基板上最好处于辐射光束的焦平面中。

由于基板倾斜度和/或高度与基板上的电路小片之间的位置关系存储在所述光刻设备的存储器中，在扫描和所述电路小片投影的过程中需要取出该信息。这意味着在扫描仪的曝光操作期间没有必要通过例如额外的测量扫描装置收集额外的倾斜度和/或高度信息，加速光刻进程。

在另一实施例中，上述的光刻投影设备特征在于在所述传感器中，在测量中，用至少一个点辐射所述基板，至少一个点和所述边缘轮廓之间的最大距离在0.5mm到4mm之间，在1.5mm到2.5mm之间更好。

根据另一方面，本发明涉及一种测定光刻投影设备中基板表面的倾斜度和高度至少一个的方法，包含：

- 提供用于支撑基板的基板工作台，
- 提供传感器，
- 提供存储器，

所述基板工作台和传感器可以沿基本上平行于基板表面的至少一个路径相对移动，所述光刻投影设备具有曝光扫描方向，该方法进一步包含：

-沿所述至少一个路径相对所述传感器不断地移动基板，同时提供关于沿所述至少一个路径的高度和倾斜度中至少一个的测量数据，

-将所述测量数据保存在所述存储器中，以备以后用所述光刻设备曝光所述基板时使用，其特征在于所述基板的至少一个路径与曝光扫描方向至少部分成一角度。

根据一实施例，该方法还包括：

--提供由辐射源发射的辐射形成辐射投影光束的辐射系统，

--提供用以支撑构图部件的支撑结构，被所述投影光束照射构图所述投影光束，

--沿曝光扫描方向扫描该基板，

--在所述基板的曝光中使用所述测量数据。

根据一实施例，该方法特征在于：

--由所述光源产生所述辐射光束并在所述基板的焦平面上投影所述辐射光束，

--从存储器中读取所述倾斜度和高度数据中的至少一个，并且

--采用倾斜度倾斜度和高度数据中的所述至少一个来调整基板的位置以使所述辐射光束辐射的基板的目标部分最好处于所述辐射光束的焦平面中。

根据一实施例，所述方法特征在于：

测定一批基板中至少一个基板的倾斜度和高度中的所述至少一个并使用该批所有基板中的至少一个基板的倾斜度和高度中的所述至少一个。来自单批基板的基板两边缘通常具有相同形状。单个基板上测定的倾斜度和高度也可以用于其他基板。这种方法耗时减少。

针对另一方面，本发明涉及一种组件，其包含测定光刻投影设备中基板表面上倾斜度和高度中至少一个的传感器，所述基板可以沿基本上平行于所述基板表面的至少一个路径相对传感器移动，所述传感器具有多个感应点，所述光刻投影设备具有曝光扫描方向，所述组件设置成沿所述至少一个路径用所述传感器进行测量，并提供有关沿所述至少一个路径的所述倾斜度和高度中至少一个的测量数据，所述组件包括一存储所述测量数据的存储器以在所述光刻投影设备对所述基板随后的曝光中使用，该基板具有边缘轮廓，特征在于所述组件基本沿该基板边缘轮廓的至少一部分的内部用感应点的预定子集进行测量。

所述感应点的预定子集可以是公知提供最准确测量的感应点。当采用 8 个感应点（两行每行四个感应点）的高度传感器时，里面的四个（即每行里面的两个）可以作为感应点的预定子集。通过用这四个接近边缘轮廓的感应点进行测量并由此投影边缘轮廓外两个感应点，获得接近于边缘轮廓的最准确的测量数据。能够精确确定靠近边缘轮廓的区域中的倾斜度。

上述使用的术语“构图部件”可以概括地指能够使入射辐射光线具有图案化截面的部件，其中该图案相当于将要在基板的目标位置中产生的图案；在本文中也可以使用术语“光阀”。一般，所述图案应该相应于装置中制作在目标部分的特殊功能层，例如集成电路或其它装置（见下述）。这种构图部件的实例包括：

-掩模。掩模的概念在光刻领域是公知的，并且包括的掩模类型如二元，交互相移，和衰减相移，以及多种混合掩模类型。将掩模设置在辐射光束中，根据掩模上的图案，入射在掩模上的辐射选择性透过（在透射型掩模的实例中）或反射（在反射型掩模的实例中）。在掩模的实例中，支撑结构一般是掩模工作台，该工作台能够保持掩模在入射辐射光束中一个令人满意的位置上，并且如果需要能够相对该光束移动；

-一可编程镜阵列。该装置的一个实例是具有粘性控制层和反射表面的矩形寻址表面。该设备的基本原理是（例如）反射表面的寻址区域反射入射光成衍射光，而非寻址区域反射入射光成为非衍射光。使用合适的滤波器，能够从反射光中滤出所述非衍射光，仅仅留下衍射光；通过这种方式，依照矩形寻址表面的寻址图案将光线图案化。可编程镜阵列的另一实例中使用微镜的矩阵安置，其中每个都可以通过施加合适的局部电场，或通过采用压电驱动装置围绕轴单独倾斜。再一次，镜面是可寻址矩阵，这种寻址镜面将入射辐射光线反射到与非寻址镜面不同的方向；通过这种方式，反射光线按照可寻址矩阵镜的寻址图案图案化。可使用适当的电子装置执行所需矩阵寻址。在上述描述的两种情况下，所述构图部件包含一个或多个可编程镜阵列。这里提到的关于镜阵列的更多信息都能够参考到，例如，美国专利 US5,296,891 和 US5,523,193 和 PCT 专利申请 WO98/38597 和 WO98/33096，在此引入参考。在可编程镜阵列的实例中，所述支撑结构可以具体为机架或工作台，例如，可以按照需要固定或可移动；并且

-可编程 LCD 阵列。这种结构的实例在美国专利 US5,229,872 中给出，在此引入作为参考。如上述，在此情形中支撑结构可以具体为机架或工作台，例如，可以按照需要固定或可移动。

为了简化，在该文本的剩余部分，特定的位置，特别举例包括掩模和掩模工作台；然而，在该例子中讨论的一般原理将在上述提到的构图部件的内容中了解。

光刻投影设备可以用于，例如，生产集成电路中（IC）。这时，所述构图部件可以相对于 IC 各层的电路图案，并且该图案能够在涂有一层光敏材料（光致抗蚀剂）的基板（硅板）上的目标部分（例如，包括一个或多个电路小片）成像。一般，单个基板包括邻近目标部分的整个网络，通过投影系统一次一个地相继照射相邻目标部分。目前的设备，使用在掩模工作台上的掩模进行图案化，在两种不同类型的机器间会产生差别。在光刻投影设备的一种类型中，通过一次将整个掩模图案曝光到所述目标部分上；这种设备通常指基板分档器或步进重复设备。在另一设备—通常指步进扫描设备中—，通过在给定的参考方向（“扫描”方向）下用投影光束逐步地扫描掩模图案而照射每个目标图案，同时同步地平行或反向平行该方向扫描基板工作台；由于，通常所述投影系统将具有放大参数 M （一般 <1 ），扫描基板工作台的速度 V 是扫描掩模工作台的速度 M 倍。这里提到的关于光刻装置的更多信息都能够参考，例如，美国专利 US6,046,792，在此引入作为参考。

在使用光刻投影设备的制造过程中，图案（例如掩模中）被成像到至少部分覆盖有一层光敏材料（光致抗蚀剂）的基板上。在该成像步骤前，该基板需要经过多个步骤，例如起底，光致抗蚀剂涂敷和软烘烤。曝光后，基板经受其他处理，例如曝光后烘烤（PEB），显影，硬烘烤和成像特征的测量/检验。这一系列处理作为将装置如 IC 各层图案化的基础。该图案化的层经历多种处理，如蚀刻，离子注入（掺杂），镀金属法，氧化作用，化学机械抛光，等等，所有的处理都能完成各层。如果需要多层，那么整个过程或由此的变化将在每个新层中重复。最后，装置的阵列呈现在所述基板（晶片）上。通过例如切割或锯开技术该装置可以由此彼此分离，各个装置可以安装到与印线相连的托架上。关于该过程的进一步信息能够，例如，从 Peter van Zant, McGraw Hill Publishing Co 出版的书“Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor

Processing”，第三版（1997年 ISBN 0-07-067250-4）中获得，在此引入作为参考。

为了简化，上述投影系统在后称作“透镜”；然而，该术语将广泛地解释为包含各种类型的投影系统，例如，包含折射光学系统，反射光学系统和兼反射及折射光学系统。针对所述任何设计类型，所述辐射系统还包含用于引导，整形或控制辐射投影光束的元件，统称或单独称为“透镜”。另外，所述光刻设备可以是具有两个或更多基板工作台（和/或两个或更多掩模工作台）。在所述“多级”装置中可以同时使用附加的工作台，或当一个或多个其它工作台用于曝光时，一个或多个工作台上进行准备步骤。双级光刻设备在例如，US5,969,441和WO98/40791中描述，两篇在此引入作为参考。

虽然在本文中具体指出将根据本发明的设备用于制造IC，不过显然应当想到这种设备具有许多其他可能用途。例如，可以应用于集成光学系统，引导和检测用于磁畴存储器的图形，液晶显示板，薄膜磁头等中。熟练的技术人员将会意识到，在所述的可选择的应用中，在该文中所使用的任何术语：“标度线”，“晶片”或“电路小片均由更为通用的术语“掩模”，“基板”和“目标部分”所替代。晶片仅仅是基板的一个实例。

在本文中，术语“辐射”和“光束”用于包含所有类型的电磁辐射，包括紫外线（UV）辐射（如，波长为365，248，193，157或126nm）和远紫外（EUV）辐射（如，波长范围在5-20nm），以及粒子束，例如离子束或电子束。

附图说明

将参照附图解释本发明，其中附图仅用于表示示例，并非显示保护范围，其中：

图1是光刻投影设备的示意性概图；

图2是图1的光刻投影设备的更具体视图；

图3示出根据该技术状态下基板上测定倾斜度的位置；

图3a更详细地示出基板的边缘轮廓；

图3b示出邻近边缘轮廓的边缘区域；

图4表示根据发明一实施例如何测定倾斜度；

图5描述自动执行和使用本发明该实施例的测量扫描的步骤；

图6用于阐明图5，以及

图7示出附图5扫描测量的另一种方案。

具体实施方式

图1图示出本发明一具体实施例的光刻投影设备1。

该设备包含：

--辐射系统 Ex, IL 用于提供辐射投影光束 PB (如, 具有波长 11-14nm 的 EUV 辐射)。在该具体例子中, 所述辐射系统还包括辐射源 LA;

--第一载物台 (掩模工作台) MT 具有用于支撑掩模 MA (例如标度线) 的掩模支架, 并连接于第一定位装置 PM 以相对 PL 准确定位所述掩模;

--第二载物台 (基板工作台) WT 具有用于支撑基板 W (例如涂有光致抗蚀剂的硅基板) 的基板支架, 并连接于第二定位装置 PW 以相对 PL 准确定位所述掩模; 和

--投影系统 (“透镜”) PL 用于将掩模 MA 的被照射部分成象于基板 W 的目标部分 C (如, 包含一个或多个电路小片) 上。

这里描述的是透射型设备 (如具有透射型掩模)。然而, 一般, 也可以用于例如反射型 (具有反射型掩模)。或者, 该设备可以采用另一种构图部件, 如上述的一种可寻址镜阵列类型。

源 LA (如激光产生的等离子或放电等离子 EUV 辐射源) 产生辐射光束。直接或穿过调节装置如扩束器 Ex 以后, 该光束输入照明系统 (照明体) IL。该照明体 IL 可以包括调节装置 AM, 以调整光束强度分布的外和/或内半径范围 (通常分别指 σ -外和 σ -内)。另外, 其一般包括多种其它元件, 如积分器 IN 和聚光器 CO。通过这种方式, 入射在掩模 MA 上的光束 PB 具有令人满意的均匀度并且在其横截面中具有所需强度分布。

针对附图1 需要注意 LA 源可以设置在光刻投影设备的外壳内 (例如, 通常情况源 LA 是汞灯), 但是该源 LA 源也可以远离光刻投影设备, 其产生的辐射光束输入到设备中 (如在适当引导反射镜的帮助下); 后面的方案一般是源 LA 是准分子激光器的情况。本发明及权利要求包括上述两种方案。

光束 PB 随后被掩模工作台 MT 上的掩模 MA 拦截。穿过掩模 MA 后, 光束 PB 穿过透镜 PL, 该透镜将光束 PB 聚焦在基板 W 上的目标部分 C 上。在第二定位装置 PW (及干涉测量装置 IF) 的帮助下, 基板工作台 WT 能够精确移动, 如在光束 PB 路径中定位不同的目标部分 C。相似地, 第一定位装置

PM 能够用于相对于光束 PB 的路径准确地定位掩模 MA, 如从掩模库中机械获得掩模 MA 后或在扫描期间。一般, 借助于长行程模块(粗糙定位)和短行程模块(细致定位), 实现载物台 MT、WT 的运动, 上述模块在图 1 中没有明显地示出。然而在基板分档器的情况下(与步进扫描设备相对), 掩模基板 MT 可以连接于短行程激励器, 或被固定。掩模 MA 和基板 W 可以用掩模定位标记 M1, M2 和基板定位标记 P1, P2 定位。

所述设备可以用于以下两种不同的模式:

1. 步进模式, 所述掩模工作台 MT 基本上保持固定不动, 并且一次(即一次“闪光”)将整个掩模图像投影到目标部分 C 上。所述基板工作台 WT 随后沿 x 和/或 y 方向移动, 由此光束 PB 可以照射不同的目标部分 C; 以及

2. 扫描模式, 基本上使用相同的方案, 除了给出的目标部分 C 不以单次“闪光”曝光。而是掩模工作台 MT 在给定方向(所谓的“扫描方向”, 如 y 方向)以速度 v 移动, 由此投影光束 PB 扫描掩模图像; 与此同时, 基板工作台 WT 同时在相同或相反的方向以速度 $V=Mv$ 移动, 其中 M 是透镜 PL 的放大率(典型地, $M=1/4$ 或 $1/5$)。在这种情况下, 相对大的目标部分 C 可以被曝光, 不会损害分辨率。

附图 2 中, 示出掩模 MA 与光刻投影设备 1 的基板工作台 WT 之间的部分 14。部分 14 中为图 1 中的所谓的投影系统 PL。本领域的普通技术人员可知, 投影系统 PL 包括多个元件以引导和调节投影光束 PB。通过投影系统 PL 以后, 投影光束 PB 入射到基板工作台 WT 的基板 W 表面上。该基板工作台 WT 连接于激励器 12。激励器 12 连接于具有中央处理器(CPU) 8 和存储器 10 的控制装置 6。中央处理器 8 进一步接受来自传感器 25 的信息, 该传感器通过电子(电容, 电感)或光学, 如干涉测量(如图 1 中所示)方法测量基板工作台 WT 或基板工作台支架的实际位置。CPU8 也接受来自传感器 15 的输入, 该传感器测量投影光束 PB 碰撞基板表面处基板目标区域的高度和/或倾斜度信息。该传感器 15 是高度传感器的一部分, 其中高度传感器包括传感器 15 和光源 2, 如下面将要描述的。下面将该组件称作高度传感器 2, 15。

高度传感器可以包括, 例如光学传感器; 或者, 气动或电容传感器(例如)是可以想到的。目前最好种类的传感器是一种光学传感器, 其使用由基板表面反射的投射光栅像和固定检测光栅之间形成的莫尔图案, 如美国专利 5,191,200

中所述。高度传感器 2, 15 最好能同时测量多个位置的高度, 和能够测量每个位置的小区域的平均高度, 从而将高空间频率不平坦度平均化。这种装置包括光源 2, 投影光学系统(没有示出), 和检测光学系统(没有示出)及检测装置, 这里称之为传感器 15。传感器 15 产生供给 CPU8 的与高度相关的信号。

高度感应方法使用至少一个感应区域并测量小区域的平均高度, 该小区域指一个点。依靠基板区域上点的位置, 选择机构选择某个或多个点, 该点或多点被用于获得所测量的目标区域的高度和/或倾斜度信息。

在图 3 中, 所述目标区域用附图标记 13 表示。在该具体实例中高度传感器 2, 15 具有 8 个点, 该点必须在基板 11 上被测量, 以测定目标区域 13 被照明部分的局部高度和倾斜度, 以实现目标区域 13 被照明部分的充分平均。当然, 具有其它点数的高度传感器也可以应用。

图 3 中进一步示出狭缝型区域, 简称为狭缝 39。狭缝 39 是扫描期间连续目标区域 13 成像时被照明的区域。在扫描过程中, 如本领域的普通技术人员所知, 狭缝 39 沿 y 方向连续一个接一个的移过基板表面直到整个表面由标度线的图像覆盖。狭缝 39 是矩形。参照图 3, 沿 x 方向狭缝 39 的长度等于目标区域 13 沿 x 方向的长度。然而本领域技术人员可以理解, 狭缝 39 的长度也可以小于或大于目标区域 13 沿 x 方向的长度。狭缝 39 的宽度(沿 y 方向)小于其长度。

图 3 示出了现有技术中为获得基板 11 边缘的高度和倾斜度数据高度传感器 2, 15 所使用的高度扫描区域 21。用附图标记 27 示意地表示高度传感器点区 27。高度传感器点区域 27 在如箭头所示的曝光方向 y 沿预定路径扫描整个基板表面。

当曝光时在扫描运动中, 相对焦平面移动基板 11, 基板工作台 WT 由被 CPU8 驱动的激励器 12 控制。

被控制装置 6 控制的激励器 12, 用于通过高度和倾斜度调整基板工作台 WT 的位置, 并且由此基板 11 在成像过程保证基片处于焦平面中, 防止散焦。一种测定所需位置调整量的方法在美国专利 5, 191, 200 中描述。

散焦意味着在某种形式上基板 11 偏离辐射投影光束 PB 的焦平面。在正常操作中, 高度传感器 2, 15 通过多感应区域(多点)的方法测量多点处基板表面的高度和垂直位置。上述点的高度读出值被输入到 CPU8 中, CPU8 利用

这些高度值获得待定位的被照明目标区域的平均高度。如果可能,如从被照明目标区域不同 x 和 y 位置的多个高度读数中,可以获得基板 11 应该定位的理想的所需高度和倾斜度。然后通过激励所述激励器 12 来控制基板工作台 WT 的高度和倾斜度, CPU8 可以提供基板 11 的这些所需高度和倾斜度。通过这种方法,可以获得将目标区域的实际被照射部分定位在焦平面中的闭合回路控制机制。在曝光扫描中,目标区域的被照明部分,通过覆盖在狭缝形曝光区域的高度感应点提供的高度读数连续定位在焦平面中。

在目标区域的曝光或测量期间,局部偏离焦平面时的测量数据,例如由传感器 25 测量的高度传感器读数,和/或基板工作台位置(在 x , y 和 z 方向,以及围绕 x 和 y 轴的倾斜度),都存储在存储器 10 中,以备另一目标区域的曝光或测量期间装置使用。倘若高度传感器 2, 15 的点(感应点)在边缘轮廓的外边,即处于不可能应用高度测量的基板区域中,则不能精确测量靠近基板边缘轮廓的目标区域。这些点可以在 FEC 中或完全在基板的表面外边。在这种情况下,高度传感器 2, 15 不再提供能精确确定高度和/或倾斜度的测量数据,并且在基板 11 上成像标度线的过程中定位基板 11 高度和/或倾斜度的高度传感器 2, 15 不可能对测量数据保持闭环控制。为最小化散焦而将基板 11 设置在焦平面中,需要基板 11 上其它地方的测量数据。因此存储器 10 中基板 11 上以前测量区域期间保存的存储数据,可以重新获得并例如通过推断法计算用于控制基板高度的高度和倾斜度值。

--由于狭缝 39 的几何形状,基板 11 沿目标区域 13 y 方向的局部倾斜(即围绕 x 轴局部旋转),沿目标区域 13 x 方向的局部倾斜(即围绕 y 轴局部旋转)相对不重要些。在后一种情形中,必须尽可能准确地影响进行倾斜度调节。因此,了解沿 x 轴方向的倾斜度是必须的。

为了测定可靠的倾斜度最低要求是将有效点结合。如果再某个位置上不满足这些最低要求,则不可能测量该位置处的倾斜度。在该情况中,采用附近参考区域测量的倾斜度。该参考区域可是相同曝光区域的一部分或不同曝光区域。

图 3a 解释了使用参考区域。在图 3a 中,详细示出了边缘轮廓 17。图 3a 示出了位于基板 11 边缘的多个边缘区域 41,和邻近于边缘区域 41 的参考区域 42。基板可以朝边缘轮廓 17 卷起。该基板弯曲的结果,导致边缘区域 41 的倾

斜度与参考区域 42 的倾斜度很不同。在现有技术中，参考区域 42 测量的倾斜度也可以用于边缘区域 41。然而，这种实际倾斜度中的潜在不同会导致边缘区域 41 的散焦。

参考图 3b 说明在相同曝光区域使用参考区域。图 3b 示出了邻近边缘轮廓 17 的边缘区域 43。该区域的下部表示为 43a，由斜阴影表示，能够成功地并且完全地被传感器 2, 15 测量到。对于该下部 43a，高度传感器 2, 15 的所有感应点被投影到边缘轮廓 17 内。然而，在该区域用 43b 表示的上部，不是高度传感器 2, 15 的所有感应点都在边缘轮廓内。在此情形下采用来自下部 43a 的倾斜信息来获得对上部 43b 的倾斜度估算，而不使用邻近的参考区域 42 的倾斜度信息。

如果基板弯曲上部 43b 的倾斜度与下部 43a 的倾斜度十分不同。

上述两种方法可以归纳为，对于不能足够精确地确定倾斜度的区域，可以使用基板上相同区域的至少一部分和/或其他区域形成的相邻参考区域的倾斜度信息。上述两种方法具有的问题是参考区域的倾斜度与不能测量倾斜度的区域上的倾斜度有可能差别很大，结果导致散焦。

如下面将要解释的，该问题主要存在于基板的左边和右边（这些位置也称作基板 11 的“3 时”和“9 时”位置）。如上所述，最重要的是沿 x 方向所施加的倾斜与所述局部基板的倾斜度精确匹配。由于在大多数情况下基板的卷起是旋转对称的，在基板上面和下面区域（也称作“6 时”和“12 时”）倾斜偏离主要是沿 y 方向（如，围绕 x 轴）。此外，因为扫描沿 y 方向进行并且在 y 方向 LS 点的尺寸相对较小，故距倾斜度仍能被测量的参考区域的距离依然相对较小。因此，因为外推距离和（在大多数情况下）沿 x 方向的倾斜度改变率都比较小，所述外推法是相当准确的。然而在基板的左侧和右侧，沿 x 方向的倾斜度在朝着边缘时显示出更大的偏离，并且对于特定边缘区域，倾斜度还可以测量的最近的区域可以作为邻近区域。因此，基板弯曲导致的散焦在基板左边和右边边缘区域最为最主要突出。

现在回到图 3a，来减小倾斜度的误差，所述外推距离（边缘区域 41 与倾斜度测量的区域之间的距离）必须减小。目前，如图 3 所示，可以通过在参考区域使用如附图 3 中示出的附加扫描 21_(中心) 来实现。由于在该测定扫描过程中没有曝光发生，能够相对原始参考区域 42 改变这种扫描。为了减小外推距离，

该扫描移动到尽可能靠近边缘轮廓的位置，同时保证测量倾斜度所需的点有效，由此在整个扫描中仍然能够测量倾斜度。通过进行这样的测量扫描能够减小散焦。

上面所述的测量扫描沿常规扫描方向（y 方向）进行。设定在接近基板中心线（ $y=0$ ）的测量扫描，如图 3 中的高度扫描区域 $21_{(中心)}$ ，与基板边缘或多或少的平行进行。结果，在整个扫描过程中到边缘的距离是足够恒定。对于基板中心线上面或下面的高度测量扫描而言，如高度扫描区域 $21_{(上面)}$ 和高度扫描区域 $21_{(下面)}$ ，仅仅高度传感器 2, 15 的扫描点的一端接触边缘隔绝区域 19。因为这样，扫描开始时高度扫描区域 $21_{(上面)}$ 和 $21_{(下面)}$ 到基板 11 边缘的距离与该相同区域扫描结束时相比非常不同。从图 3 中可以明显看出，在倾斜度测定时不考虑基板 1 的阴影部分 23。平均外推距离由此不是最理想的，并且该区域也不是最理想地找平。

现在参照附图 4 描述本发明的一实施例。倾斜度测量装置通过沿每个都覆盖区域 35 的连续直线路径 31 的轮廓扫描以测定接近基板 11 的边缘倾斜度。如图 4 所示的该轮廓由多个可相对曝光方向 y 成一角度的连接路径 31 形成。然而，第一路径 31 的端点也可以不与第二路径的起点重合，并且在端点与随后的起点之间存在缝隙。这样作的原因是改变基板工作台的移动方向，会导致干扰精确测量的不希望有的振动。为了消除这种影响，当完成第一路径 31 并且调节基板工作台的移动方向时可以暂时中断测量。只有当建立了相当稳定的移动时，测量才可以继续。由此在相邻路径 31 间导致缝隙。所述高度传感器点区域再次表示为附图标记 27。该高度传感器点区域沿路径 31 连续扫描。图 4 图示意出 5 个这种传感器点区域。然而，这并不意味着 5 个不同的测量，而是扫描过程中离散时间一个高度传感器点区域的“图像”。在区域 35 与线 17 之间为阴影区域 33。

由于直线 31 的方向基本平行于边缘轮廓 17 的局部切线方向，由此可以相对曝光方向 y 成一角度，测量区域 35 更接近于边缘隔离区域 19。所述角度可以沿基板的周长改变。在三点和九点位置该角度可以是 0° （或 180° ）。

结果，现在扫描的中心更接近于边缘并且也更接近于用于倾斜度测量的边缘隔离区域 19。因此，与图 3 中的在先技术装置相比外推距离更小且边缘区域 41 处施加的倾斜更准确（注意：图 3a 的边缘区域 41 和参考区域 42 在图 4

并没有画出，不过依然存在)。

在高度传感器 2, 15 具有 8 个感应点的实例中，感应点设置为每行四个的两个平行的行，已知里面的四个能提供最准确的测量，不过也可以移动高度传感器点区域，从而将里面的四个感应点设置为尽可能接近边缘轮廓。只有里面的点被用于测量倾斜度。此时用于测量倾斜度的点的平均位置更靠近于基板边缘和不能测定倾斜度的区域。这个方法在某些场合下会导致更精确的倾斜度测定。

根据图 3a 和 3b，这些移动测量扫描可以用于（部分）目标区域，但是由该移动的高度传感器点测量获得的信息也可以用于基板上使用非移动的高度传感器点测量已经测定倾斜度的区域。在大量感应点处于 FEC 内的情况下，根据特定情形，使用从移动测量获得的数据可以测定更加准确的倾斜度。这是因为在移动测量时用于测定倾斜度的点尽可能的移近 FEC，而在非-移动测量中 FEC 与可使用的最外面的点之间存在相当大的距离。

最好，路径 31 的端点接近随后路径 31 的起点，使基板工作台系统能一次进行两个扫描。然而，如上面已经说明，在相邻的路径 31 间也可以存在缝隙。根据另一实施例，路径 31 还可以彼此部分重叠。

可以仅沿一个圆周方向（如：在基板 11 上顺时针或反时针）执行高度测量。那样，就没有必要停止或反向移动基板工作台，由此导致更快速的测量。

为了能以不同于默认扫描方向的方向扫描，基板工作台必须能够进行必要的移动。常规曝光扫描只能沿 y 方向进行，因为基板工作台 WT 的移动必须与只能沿 y 方向扫描的掩模工作台 MT 的移动配合。在高度测量扫描的过程中，不执行曝光并且掩模工作台不必参与这些高度测量扫描。因为这些，那么，所述扫描方向没有必要必须是 y 方向。同样，为了能够沿与 y 方向不同的方向扫描，基板工作台必须能够沿随意方向进行受控扫描移动。

或者如图 4 中的线 37 所示，沿边缘隔离区域 19 的边缘轮廓 17 沿着步进轮廓进行高度测量扫描时，可以测量倾斜度。进一步的选择是沿尽可能接近边缘轮廓 17 的圆形径 38 的高度测量扫描。

以上，给出的说明是针对倾斜度测量，然而一样可应用于高度测量。

在图 5 中，描述了自动进行和使用测量扫描的流程图。在步骤 101 中，测定基板的哪个区域倾斜度不能被直接测量。这些区域可以是全部的目标区域，

但也可以是目标区域的一部分。这些区域需要参考区域。参考区域是基板上可以获得倾斜度直接测量的区域：此处无需移动测量扫描。基于倾斜度不能直接测量的区域的位置，在步骤 102 中，确定必须通过移动高度测量扫描而覆盖的范围。对于步骤 101 中所选择的每个区域，所需的测量扫描范围处于区域开始与区域结束的 y 位置之间。基板每一侧的整个扫描 y-范围是全部这些所需扫描范围的并集。在步骤 103 中，确定在何处进行测量扫描以覆盖整个所需范围。为了最小化输出的影响，扫描数量被最小化，而每个测量扫描的长度不允许超过某个最大值。这样做是为了限制测量扫描中途时高度传感器点与边缘隔离区域之间的距离。扫描起点和终点的 y 位置设置为与整个所需范围的起点和终点相匹配。然而，测量扫描的数量不必与步骤 101 中所选择的区域数量相同。可以例如使用一个测量路径获得能够用于三个区域的信息，其中在该三个区域上不能直接测量倾斜度。例如也可以使用多个测量路径来获得倾斜度不能被直接（部分）测量的一个区域的信息。这均决定于传感器和区域的特定大小。

图 6 示出的结果表明，可以将测量扫描 62 中采集的数据用于几个不能直接测定的区域 61。还可以在两个不同测量扫描 62 中收集该区域 61 所需的采样数据。在步骤 104 中计算测量扫描开始和结束的 y 位置时，所述 x 位置被测定，参照图 5 中所示。选择这些点的 x 位置以使在扫描时在这些点处，所需高度传感器点正好接触边缘隔离区域。在步骤 104 之后，每个测量扫描起点和终点的 x 和 y 轴的定位位置都可以获悉。所述扫描将沿这两个点之间的直线进行。在步骤 105 中确定扫描进行的顺序和扫描方向。为此，计算基板工作台在每个可能顺序的扫描之间需要移动的时间。选择需要最短时间的结构。

然后开始执行一批基板的处理。在步骤 106 中，基板设置在基板工作台上。然后，在步骤 107 中，测量扫描以步骤 105 中测定的顺序进行。在这些扫描中，由稠密采样光栅测量基板倾斜度，并将这些采样存储在存储器 10 中。如果完成了所有的测量，则在步骤 108 中确定用于所需区域的倾斜度值。对于倾斜度不能被直接测量的每个区域，从测量扫描中选择位于边缘区域起点与终点之间的 y 范围内的采样。在一种可能的实施方式中，将这些倾斜值平均，这样在边缘区域曝光期间可以使用恒定的倾斜度值。另一种可能对倾斜度值进行直线拟合，并根据线性分布对边缘区域施加倾斜度。也可以使用其它分布，例如使用曲线拟合，平均技术，高阶多项式拟合，测量信号的过滤（如去除最高阶）。

也可以使用测量得出的信号，不用施加任何形式的处理。在这里依次的描述中，用于特定区域的采样范围与该区域的 y 边界完全匹配。该采样范围也可以仅仅覆盖倾斜度不能够被直接测量的区域的一部分，或覆盖比倾斜度不能够被直接测量的区域的边界更大的范围。

在步骤 109 中，基板被曝光。对于倾斜度不能够被直接测量的区域，使用步骤 108 中确定的分布。如果该基板不是这批基板的最后基板，下一个基板的制作继续回到步骤 106 中。

在图 5 所述的次序中，所有测量扫描在第一次曝光前完成。只要该区域在测量扫描后曝光，其它次序也可以，其中该区域需要的倾斜度信息来自一个或多个移动测量扫描，所述倾斜度数据被收集以用于导出所述区域的倾斜度分布，即：在参考区域中的测量扫描。

在一些情况下，相同批或相同过程中所有基板的行进基板的曲率都相同。在第二实施例中这些情况采用不同的次序。在这种次序中，测量扫描只在这批基板的第一基板上进行，以减少输出损害。将参照图 7 描述这种顺序。步骤 201 到 206 分别与图 5 中的步骤 101 到 106 相同。在步骤 207 中检验被曝光的基板是否是该批基板的第一基板。如果是，则执行步骤 208 和 209。在步骤 208 中，用与步骤 107 相同的方法执行测量扫描。在步骤 209 中，对于倾斜度不能够被直接测量的每个区域，根据与步骤 108 相同方法的测量扫描计算倾斜度。并且根据邻近区域计算如果不进行移动测量扫描时将使用的倾斜度。这两个值之间的拆别作为倾斜偏移量存储在存储器 10 中。在步骤 210 中，这些偏移量被用于所述倾斜度不能被直接测定的区域。对该批的每个基板 11 施用进行该处理。这样，仅需一次测量基板 11 的曲率结果，而依然对该批中的姆给基板校正基板的球形楔度差，也适用于所述倾斜度不能被直接测定的区域。

如上所述，移动测量扫描也可以用于可基于高度传感器 2, 15 获得的测量结果而测定倾斜度的区域，高度传感器 2, 15 基于非移动测量而获得测量。在一些情况下，根据实际状态，基于移动测量计算出的倾斜度可以导致更准确的倾斜度。例如可以为这样一种情形，其中高度传感器 2, 15 8 个感应点中的 3 个在 FEC 中，第四个非常接近边缘轮廓，因此没有形成一个非常可靠的测量点。在该情况下极有可能基于 5 个感应点计算倾斜度值，但是基于 总共 8 个点中的 6 个感应点或者至少四个中间点处于边缘轮廓之内的移动测量，可以测

定更可靠的倾斜度。

针对另一实施例，可以通过仅使用高度传感器感应点的一个子集的方式执行移动测量。所述高度传感器 2, 15 的内部点（8 个感应点中的里面 4 个）可以尽可能的接近边缘轮廓定位。这意味着 8 个感应点中的 2 个没有被采用。然而，由于内部点通常提供更可靠的数据，在一些情况下这可以导致更准确的倾斜度测定。

在上面描述的实施例中，使用测量扫描测量倾斜度。不过本发明并没限制于此。也可以用于控制高度，这种测量模式用于减少到某一区域的外推距离，其中该区域的高度不能在该自己区域内被测量。

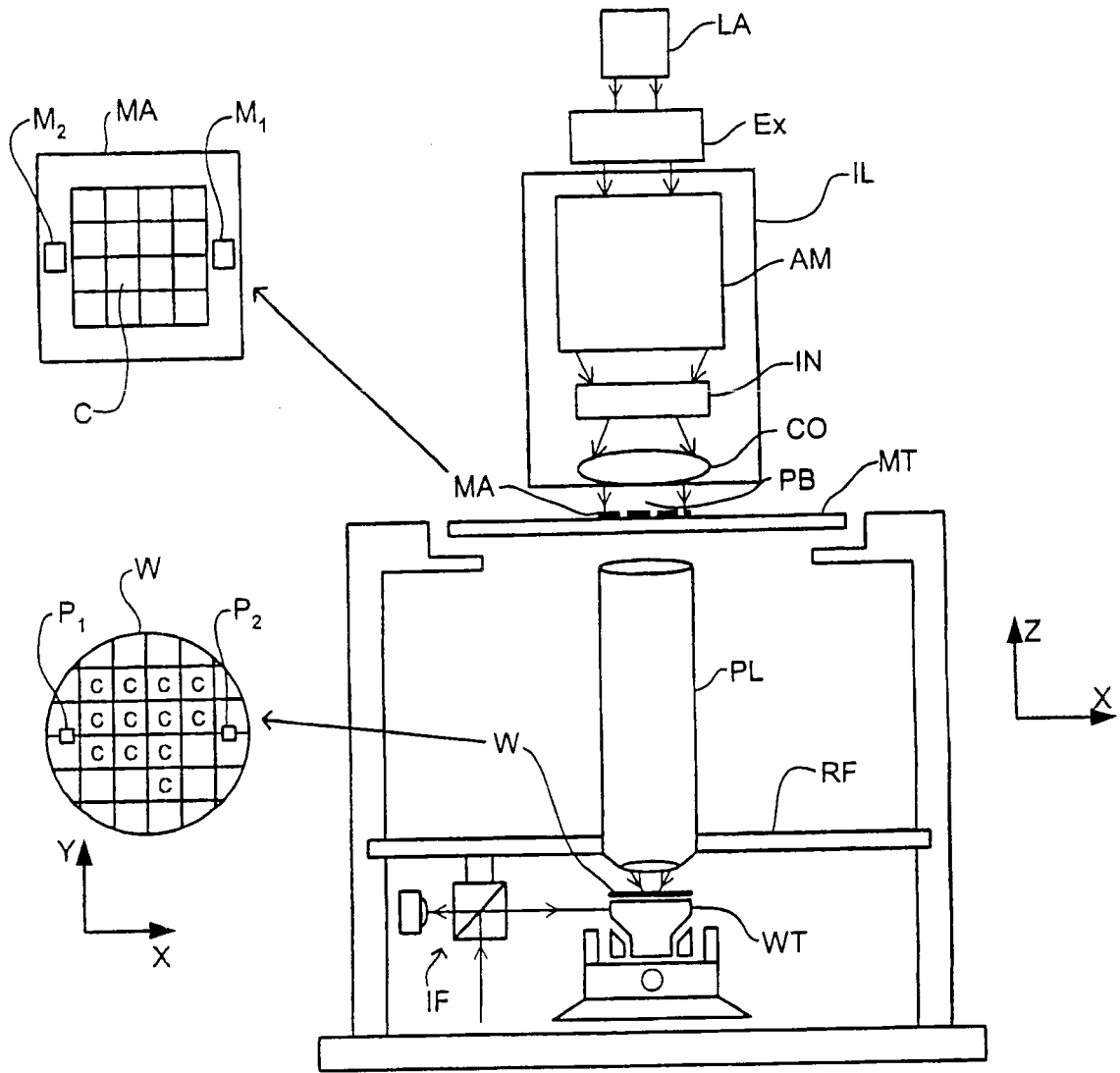


图 1

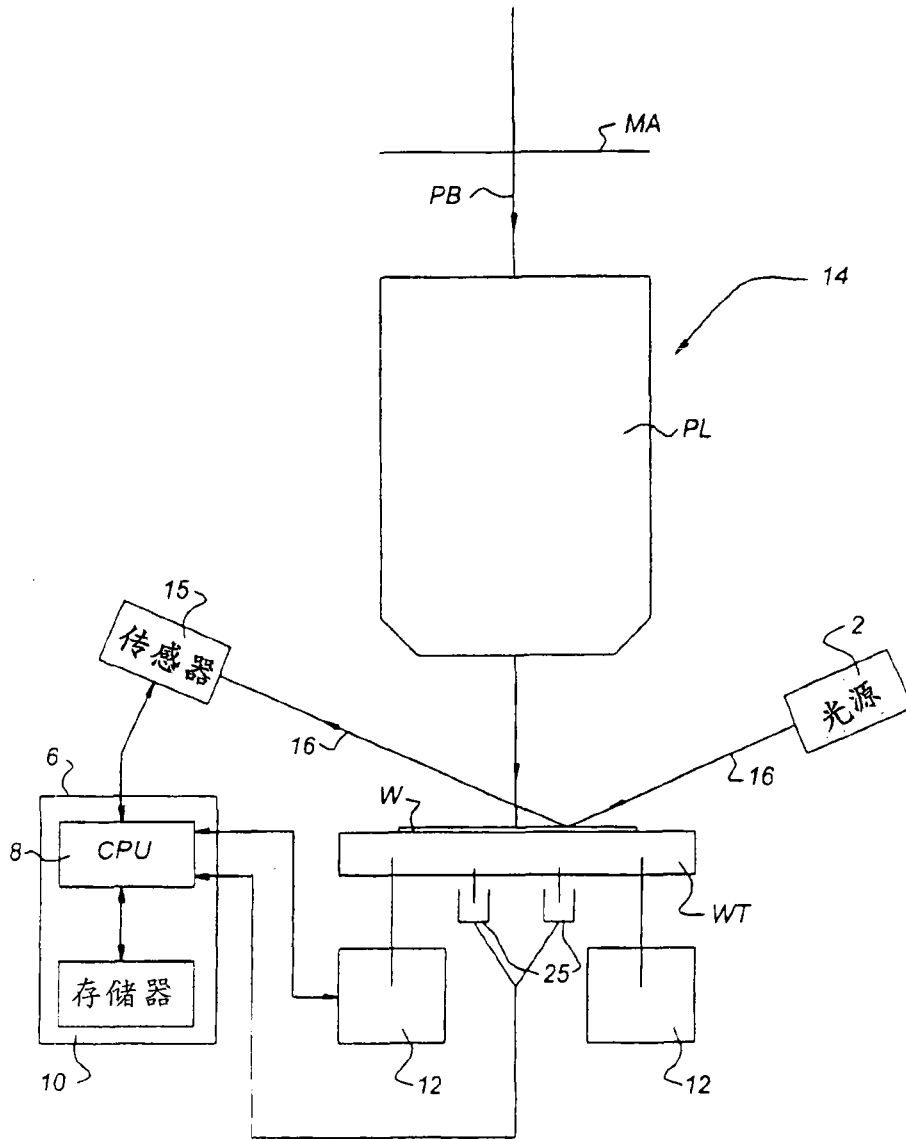


图 2

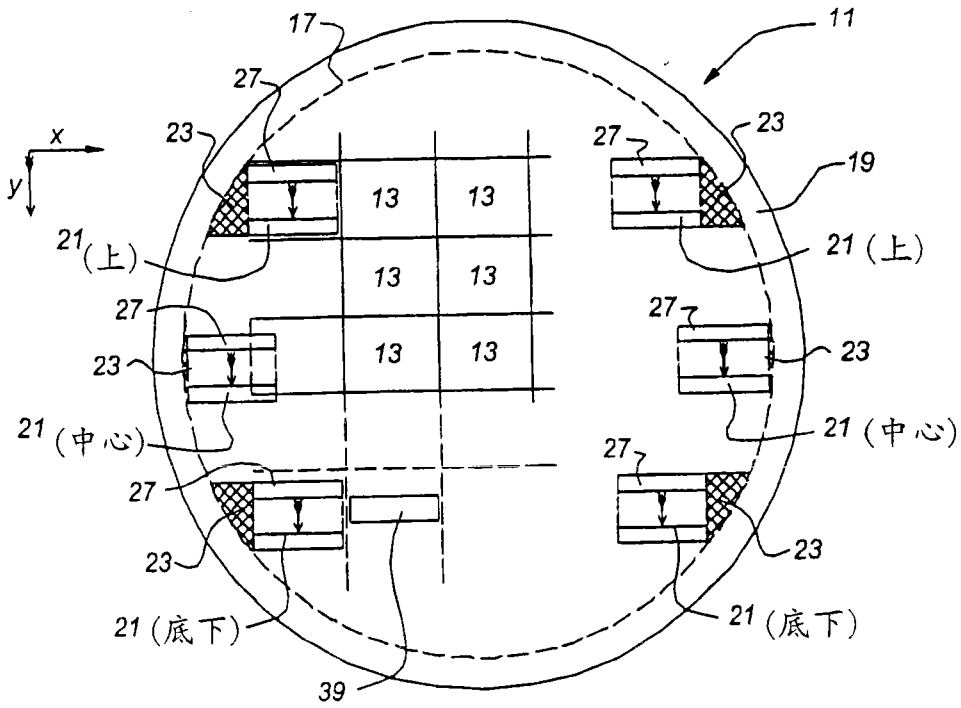


图 3

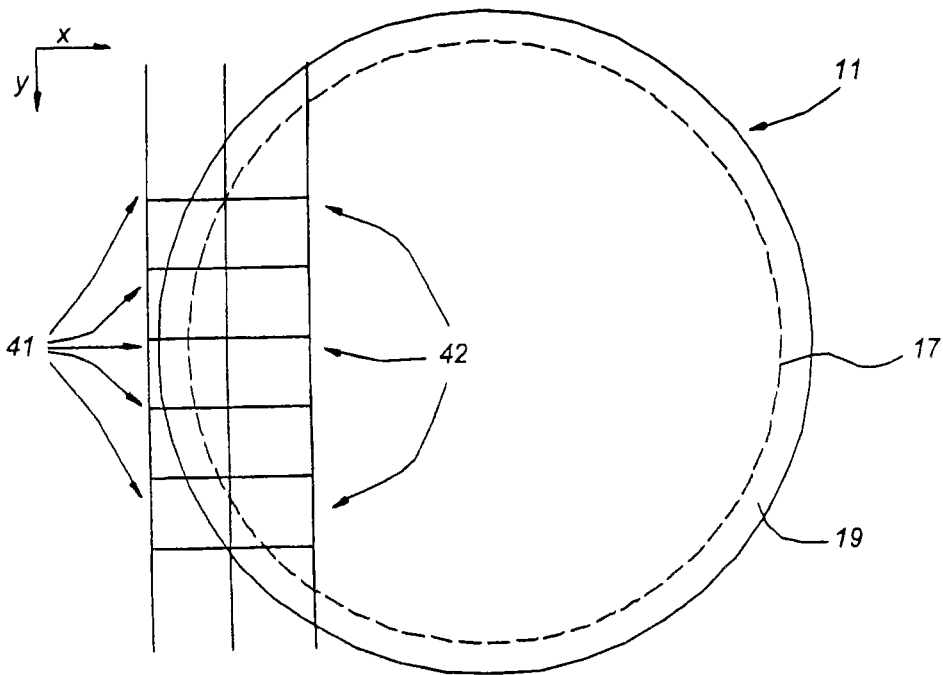


图 3a

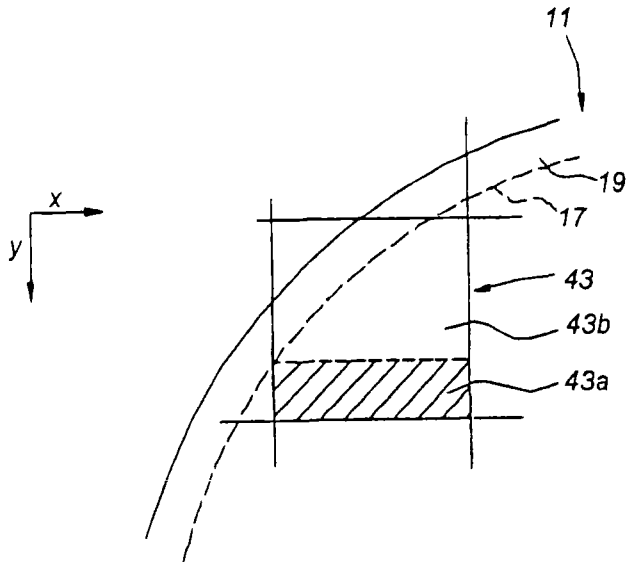


图 3b

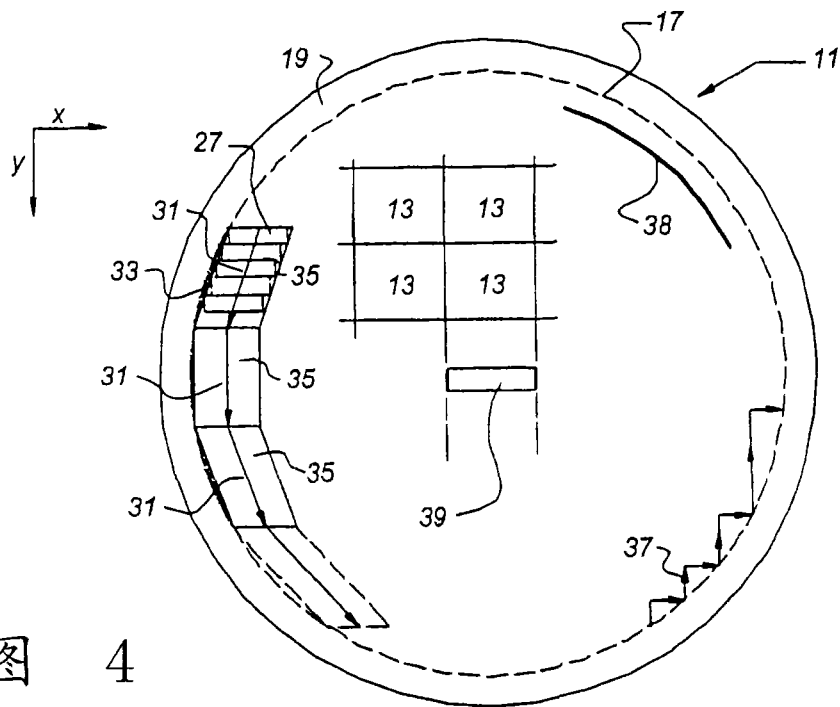


图 4

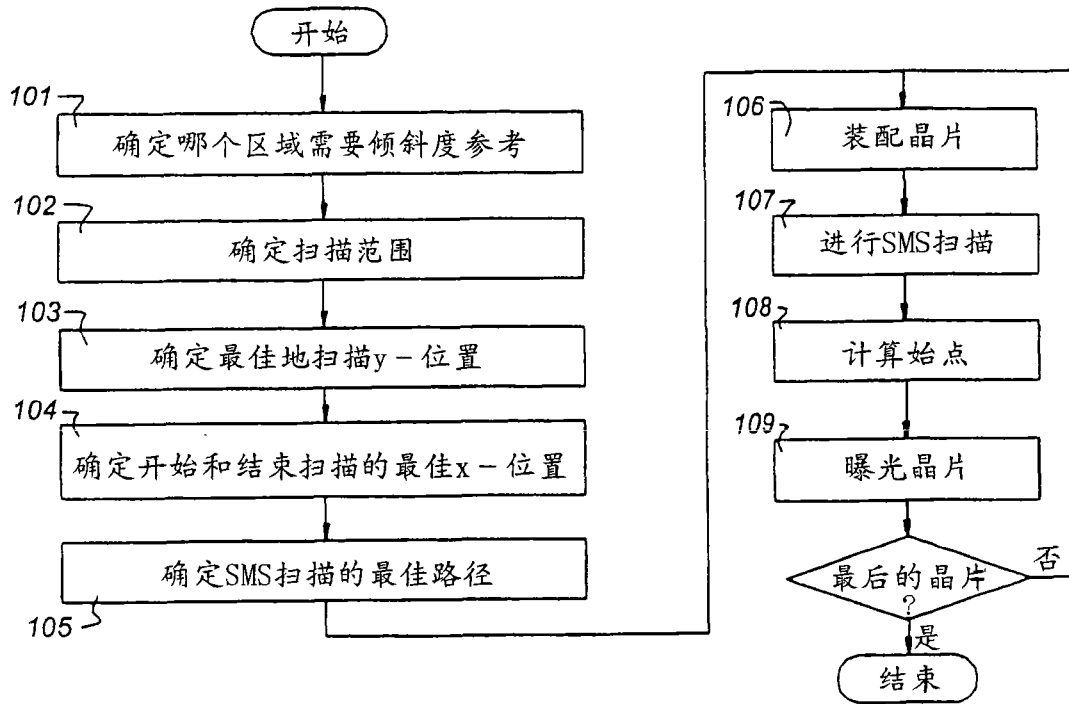


图 5

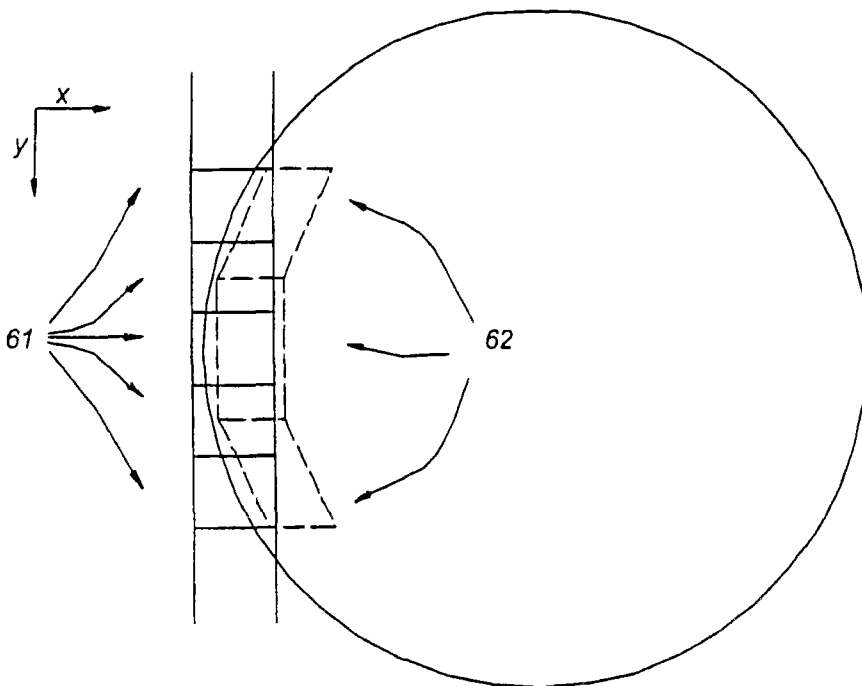


图 6

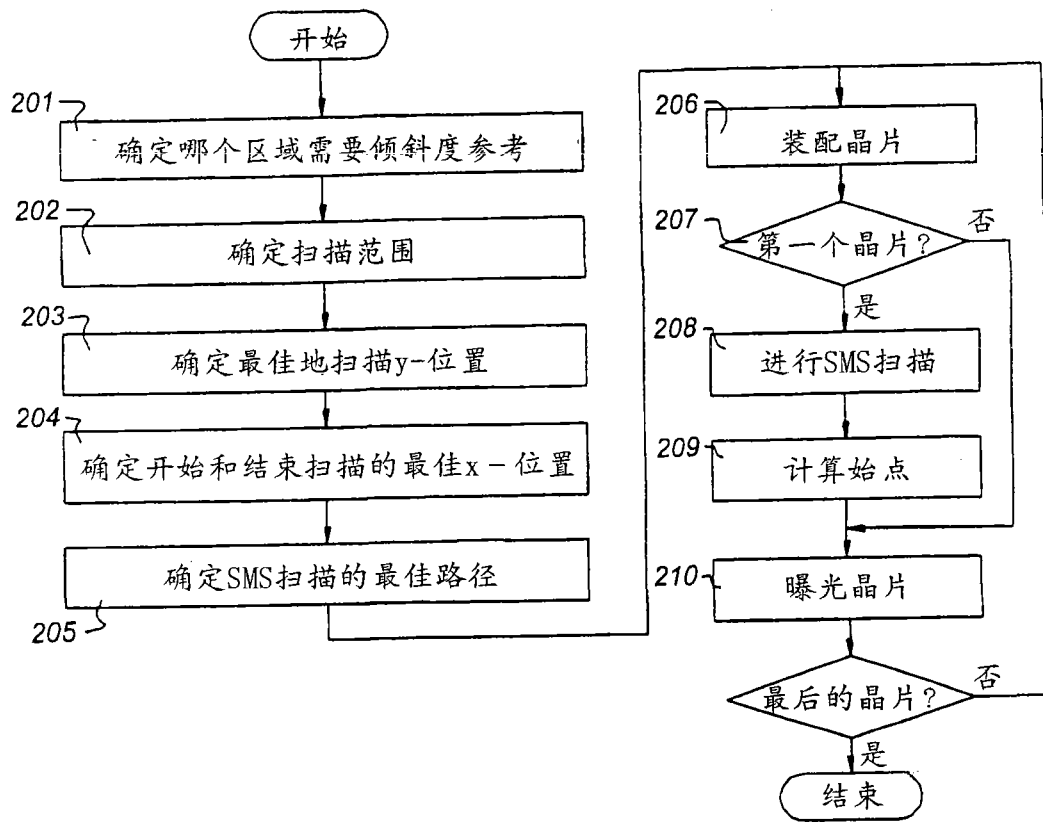


图 7