



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104272194 B

(45)授权公告日 2017.08.25

(21)申请号 201380024169.4

(22)申请日 2013.03.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104272194 A

(43)申请公布日 2015.01.07

(30)优先权数据

61/608,524 2012.03.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.11.07

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/054782 2013.03.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/132081 EN 2013.09.12

(73)专利权人 迈普尔平版印刷IP有限公司

地址 荷兰代夫特

(72)发明人 N.弗奇尔

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 高巍

(51)Int.Cl.

G03F 9/00(2006.01)

H01J 37/304(2006.01)

(56)对比文件

US 2002067473 A1,2002.06.06,说明书第[0007]-[0045]段以及附图2-3.

US 5920378 A,1999.07.06,说明书第3栏第1行至第7栏第40行以及附图1、2.

US 6198527 B1,2001.03.06,说明书第4栏第11行至第14栏第39行以及附图1、2A、2B.

CN 101158818 A,2008.04.09,全文.

CN 101487985 A,2009.07.22,全文.

CN 102043348 A,2011.05.04,全文.

CN 101385120 A,2009.03.11,全文.

审查员 彭文炫

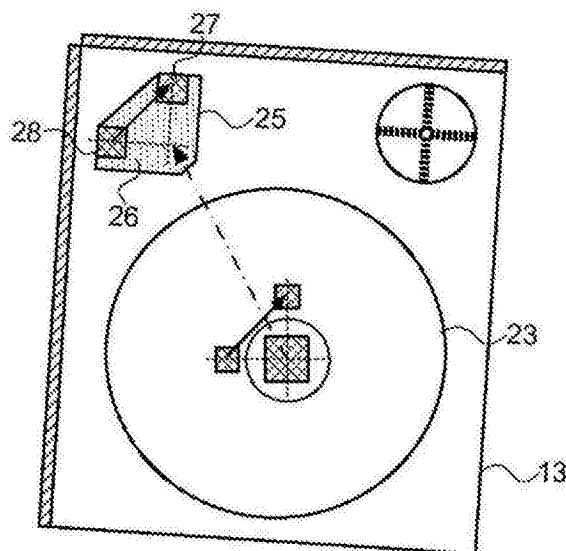
权利要求书4页 说明书17页 附图12页

(54)发明名称

处理靶材的光刻系统和方法

(57)摘要

本发明提供一种操作用以处理夹盘(13)上的靶材(23)的靶材处理系统的方法,该方法包括:在该夹盘(13)上提供至少第一夹盘位置标记(27)和第二夹盘位置标记(28);提供对准感测系统(17),其被布置成用以检测这些第一和第二夹盘位置标记(27,28),对准感测系统(17)包括至少第一对准传感器(61)和第二对准传感器(62);以对准感测系统(17)的至少一个测量值为基础将该夹盘(13)移动至第一位置;以及测量和夹盘的第一位置有关的至少一个值。



1. 一种操作用于处理夹盘 (13) 上的靶材 (23) 的靶材处理系统的方法, 该方法包括:

在该夹盘 (13) 上提供至少第一夹盘位置标记 (27) 和第二夹盘位置标记 (28);

提供对准感测系统 (17), 其被设置成用于检测所述第一和第二夹盘位置标记 (27, 28), 所述对准感测系统 (17) 至少包括第一对准传感器 (61) 和第二对准传感器 (62); 提供夹盘位置测量系统, 该夹盘位置测量系统包括至少两个微分干涉仪 (15), 所述至少两个微分干涉仪 (15) 被设置成测量夹盘 (13) 相对于所述靶材处理系统的最终投射系统 (11) 的位置;

提供包括多个水平传感器 (57、58、59) 的水平传感系统 (19), 以及在所述夹盘 (13) 上提供参考表面 (26);

基于所述对准感测系统 (17) 的至少一个测量值将所述夹盘 (13) 移动至第一位置, 移动所述夹盘包括移动所述夹盘 (13) 以使所述第一和第二夹盘位置标记 (27, 28) 与所述第一和第二对准传感器 (61, 62) 对准, 以及通过所述第一和第二对准传感器读取所述第一和第二夹盘位置标记;

在第一位置中, 使用所述水平传感系统测量所述水平传感器与所述参考表面 (26) 之间的距离, 并且移动所述夹盘 (13) 以使所述参考表面 (26) 与所述水平传感器 (57、58、59) 的水平传感器平面对准;

测量所述夹盘的所述第一位置, 其中, 测量所述夹盘的第一位置包括测量每个所述微分干涉仪的输出;

基于所述夹盘的第一位置的测量, 利用位于所述第一位置处的夹盘 (13) 来初始化所述微分干涉仪 (15)。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中, 所述第一夹盘位置标记 (27) 和所述第二夹盘位置标记 (28) 被布置成, 所述第一夹盘位置标记 (27) 和所述第二夹盘位置标记 (28) 之间的分离距离与所述第一对准传感器 (61) 和所述第二对准传感器 (62) 之间的分离距离相同, 并且具有相同的空间布置。

3. 如权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述对准感测系统 (17) 设置成用于在基本上水平的方向中测量所述第一和第二夹盘位置标记。

4. 如权利要求1或2所述的方法, 进一步包括提供最终投射系统 (11), 该最终投射系统设置成将图案化射束 (18) 投射在所述靶材 (23) 上, 且其中, 所述第一对准传感器 (61) 被设置在第一水平方向中与所述最终投射系统 (11) 相隔一距离, 所述第二对准传感器 (62) 被设置在第二水平方向中与所述最终投射系统 (11) 相隔一距离。

5. 如权利要求1或2所述的方法, 进一步包括将图案化射束 (18) 投射在所述靶材上, 以在所述靶材上形成射束网格 (60), 其中, 所述第一对准传感器 (61) 被设置成用于检测在第一水平方向中与所述射束网格 (60) 相隔一距离处的位置标记, 所述第二对准传感器 (62) 被设置成用于检测在第二水平方向中与所述射束网格 (60) 相隔一距离处的位置标记 (77)。

6. 如权利要求5所述的方法, 进一步包括确定所述第一和第二对准传感器与所述射束网格 (60) 之间的空间关系。

7. 如权利要求1或2所述的方法, 其中, 所述第一和第二对准传感器中的每一个包括:

光源, 被设置成用于提供对准光射束;

光强度检测器, 被设置成用于确定反射对准光射束的光强度, 其中, 所述反射对准光射束由于表面 (12, 26) 反射所述对准光射束而被产生; 以及

光学系统,被设置成用于将所述对准光射束聚焦在所述表面上并且将所述反射对准光射束引导至所述光强度检测器上。

8.如权利要求1所述的方法,其中,使所述第一和第二夹盘位置标记(27,28)与所述第一和第二对准传感器(61,62)对准包括:使所述第一夹盘位置标记(27)与所述第一对准传感器(61)对准以及使所述第二夹盘位置标记(28)与所述第二对准传感器(62)对准。

9.如权利要求8所述的方法,其中,移动所述夹盘(13)以使所述第一和第二夹盘位置标记(27,28)与所述第一和第二对准传感器(61,62)对准的步骤包括:在两条水平轴中移动所述夹盘并且绕着垂直轴旋转所述夹盘,以实现所述对准。

10.如前述权利要求1、2、8和9中任一项所述的方法,进一步包括储存第一位置作为夹盘初始化位置。

11.如权利要求10所述的方法,其中,所述干涉仪初始化位置是6个自由度的位置,并且被储存当作x维度、y维度、z维度、Rx维度、Ry维度、以及Rz维度中的夹盘初始化位置。

12.如权利要求5所述的方法,进一步包括在测量与所述射束网格(60)的定向有关的至少一个值之前,先移动所述夹盘(13)以使所述参考表面(26)与所述水平传感器(57、58、59)的水平传感器平面对准。

13.如权利要求1所述的方法,其中,所述水平传感器(57、58、59)包括第一水平传感器(57)和第二水平传感器(58),其中,移动所述夹盘(13)以使所述参考表面(26)与所述水平传感器(57、58、59)的水平传感器平面对准的步骤包括:

测量从所述第一水平传感器(57)到所述参考表面(26)的距离以及测量从所述第二水平传感器(58)到所述参考表面(26)的距离;以及

移动所述夹盘,使得所述参考表面(26)与所述水平传感器平面重合。

14.如权利要求1所述的方法,其中,所述水平传感系统(19)至少包括:第一水平传感器(57),其被设置在第一方向中与所述最终投射系统(11)相隔一距离;以及第二水平传感器(58),其被设置在第二方向中与所述最终投射系统(11)相隔一距离。

15.如权利要求1所述的方法,其中,所述第一和第二对准传感器中的至少一个被设置成在第一点处检测在所述表面(12)上的位置标记,所述水平传感器中的至少一个被设置成用于在所述第一点处或是邻近所述第一点处测量与所述表面(12)相隔的距离。

16.如前述权利要求1、2、8和9中任一项所述的方法,进一步包括测量直接或间接装载在所述夹盘(13)上的靶材的名义靶材中心相对于所述对准感测系统(17)的位置。

17.如前述权利要求1、2、8和9中任一项所述的方法,进一步包括至少部分地基于所述夹盘的第一位置将所述夹盘(13)移至第二位置,以及测量与所述夹盘的第二位置有关的至少一个值。

18.如前述权利要求1、2、8和9中任一项所述的方法,进一步包括:

提供参考靶材(80),在该参考靶材的中心位置处具有靶材位置标记(81);

移动所述夹盘(13),以使所述中心位置与所述第一和第二对准传感器(61,62)中的至少一个对准;以及

测量所述夹盘(13)的目前位置。

19.如权利要求18所述的方法,进一步包括确定所述参考靶材的中心位置相对于所述第一和第二对准传感器(61,62)中的每一个对准传感器的相对位置。

20. 一种用于处理夹盘 (13) 上的靶材 (23) 的靶材处理系统, 该靶材处理系统包括:
- 可移动的夹盘 (13), 其至少包括第一夹盘位置标记 (27) 和第二夹盘位置标记 (28);
- 对准感测系统 (17), 其被设置成用于检测所述第一和第二夹盘位置标记 (27, 28), 该对准感测系统 (17) 至少包括第一对准传感器 (61) 和第二对准传感器 (62);
- 包括多个水平传感器 (57、58、59) 的水平传感系统 (19), 以及在所述夹盘 (13) 上的参考表面 (26), 所述水平传感系统被设置成测量所述水平传感器与所述参考表面 (26) 之间的距离;
- 致动器系统, 其被设置成用于基于所述对准感测系统 (17) 的至少一个测量值将所述夹盘 (13) 移至第一位置, 移动所述夹盘包括移动所述夹盘 (13) 以使所述第一和第二夹盘位置标记 (27, 28) 与所述第一和第二对准传感器 (61, 62) 对准, 以及通过所述第一和第二对准传感器读取所述第一和第二夹盘位置标记, 以及, 其中所述致动器系统被设置成移动所述夹盘以使所述参考表面与所述水平传感器平面一致;
- 夹盘位置测量系统 (10), 其被设置成用于测量所述夹盘 (13) 的第一位置;
- 其中, 所述夹盘位置测量系统包括至少两个微分干涉仪 (15), 且其中, 测量所述夹盘的第一位置包括测量所述微分干涉仪的输出;
- 其中, 所述靶材处理系统被配置成基于所述夹盘的第一位置的测量, 利用位于所述第一位置处的夹盘 (13) 来初始化所述微分干涉仪 (15)。
21. 如权利要求20所述的靶材处理系统, 其中, 所述第一夹盘位置标记 (27) 和所述第二夹盘位置标记 (28) 被布置成, 所述第一夹盘位置标记 (27) 和所述第二夹盘位置标记 (28) 之间的分离距离与所述第一对准传感器 (61) 和所述第二对准传感器 (62) 之间的分离距离相同, 并且具有相同的空间布置。
22. 如权利要求20或21所述的靶材处理系统, 其中, 所述对准感测系统 (17) 被设置成用于在基本上水平的方向中测量所述第一和第二夹盘位置标记。
23. 如权利要求20或21所述的靶材处理系统, 进一步包括最终投射系统 (11), 其被设置成将图案化射束 (18) 投射在所述靶材 (23) 上, 且其中, 所述第一对准传感器 (61) 被设置在第一水平方向中与所述最终投射系统 (11) 相隔一距离, 所述第二对准传感器 (62) 被设置在第二水平方向中与所述最终投射系统 (11) 相隔一距离。
24. 如权利要求20或21所述的靶材处理系统, 进一步包括最终投射系统 (11), 该最终投射系统用于将图案化射束 (18) 投射在所述靶材上, 以在所述靶材上形成射束网格 (60), 其中, 所述第一对准传感器 (61) 被设置成用于检测在第一水平方向中与所述射束网格 (60) 相隔一距离的位置标记, 所述第二对准传感器 (62) 被设置成用于检测在第二水平方向中与所述射束网格 (60) 相隔一距离的位置标记 (77)。
25. 如权利要求24所述的靶材处理系统, 进一步包括测量系统 (10), 该测量系统用于确定所述第一和第二对准传感器与所述射束网格 (60) 之间的空间关系。
26. 如权利要求25所述的靶材处理系统, 其中, 所述测量系统 (10) 被设置成通过确定所述第一和第二对准传感器中的每一个对准传感器的向量来确定所述第一和第二对准传感器与所述射束网格 (60) 之间的空间关系, 该向量描述在基本上水平的方向中所述第一和第二对准传感器相对于所述射束网格 (60) 的位置。
27. 如权利要求20或21所述的靶材处理系统, 其中, 所述第一和第二对准传感器中的每

一个包括：

光源，被设置成用于提供对准光射束；

光强度检测器，被设置成用于确定反射对准光射束的光强度，其中，所述反射对准光射束由于表面(12,26)反射所述对准光射束而被产生；以及光学系统，被设置成用于将所述对准光射束聚焦在所述表面上，并且将所述反射对准光射束引导至所述光强度检测器上。

28.如权利要求20或21所述的靶材处理系统，其中，为了测量与所述夹盘的第一位置有关的至少一个值，所述致动器系统设置成用于移动所述夹盘(13)以使所述第一和第二夹盘位置标记(27,28)与所述第一和第二对准传感器(61,62)对准，并且所述测量系统(10)设置成用于测量与所述夹盘(13)的当前位置有关的至少一个值。

29.如权利要求28所述的靶材处理系统，其中，为了移动所述夹盘(13)以使所述第一和第二夹盘位置标记(27,28)与所述第一和第二对准传感器(61,62)对准，所述致动器系统设置成用于在两条水平轴中移动所述夹盘并且绕着垂直轴旋转所述夹盘，以实现所述对准。

30.如权利要求20或21所述的靶材处理系统，进一步配置成储存所述第一位置作为夹盘初始化位置。

处理靶材的光刻系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种处理诸如晶圆的靶材的光刻系统,以及涉及一种操作处理诸如晶圆的靶材的光刻系统的方法

背景技术

[0002] 处理靶材的系统在本技术中为已知的系统,其通常包括用以将图案投射在靶材表面的最终投射系统以及用以决定晶圆相对于该最终投射系统的位置的系统。一般来说,这些系统可以使用晶圆上的位置标记。在投射图案的第一期间和第二期间之间可能需要从该光刻系统处移除晶圆。在此情况中,第二期间的该图案的位置可以必须匹配第一期间的该图案的位置,而且晶圆相对于最终投射系统(或是图案化射束)的位置可以必须决定两次(每一个期间的开始处)。然而,要以高再现性(reproducibility)来决定晶圆相对于最终投射系统的位置非常困难。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种改进的处理诸如晶圆的靶材的光刻系统和方法。本发明包括一种操作用于处理夹盘上的靶材的靶材处理系统的方法,该方法包括:在夹盘上提供至少第一夹盘位置标记和第二夹盘位置标记;提供对准感测系统,其被设置成用于检测第一和第二夹盘位置标记,对准感测系统至少包括第一对准传感器和第二对准传感器;基于对准感测系统的至少一个测量值将夹盘移至第一位置;以及测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值。

[0004] 第一夹盘位置标记相对于第二夹盘位置标记的相对位置可以与第一对准传感器相对于第二对准传感器的相对位置基本上相同。对准系统可以被设置成用于在基本上水平的方向(x,y方向)中测量夹盘位置标记。该方法可以进一步包括提供最终投射系统,该最终投射系统设置成将图案化射束投射在靶材上,且其中,第一对准传感器被设置在第一方向中与最终投射系统相隔一距离处,第二对准传感器被设置在第二方向中与最终投射系统相隔一距离处。依此方式,这些对准传感器可被设置成沿着垂直的x轴与y轴,以更快地确定这些夹盘位置标记在两个维度中的位置。

[0005] 该方法可以包括将图案化射束投射在靶材上,以在靶材上形成射束网格,其中,第一对准传感器被设置成用于检测在第一方向中与射束网格相隔一距离处的位置标记,第二对准传感器被设置成用于检测在第二方向中与射束网格相隔一距离处的位置标记。在此设置中,这些对准传感器相对于投射在靶材上的射束网格被设置成沿着垂直的x轴与y轴,以便更快地确定夹盘位置标记在两个维度中的位置。

[0006] 该方法可以包括将图案化射束投射在靶材上,以在靶材上形成射束网格,其中,对准感测系统包括一个或多个对准传感器,该对准传感器被设置成用于检测与射束网格相隔一距离处的位置标记,且其中,该方法进一步包括确定一个或多个对准传感器与射束网格之间的空间关系。确定一个或多个对准传感器与射束网格之间的空间关系的步骤可包括确

定每一个对准传感器的向量,该向量用于描述在基本上水平的方向(举例来说,x、y方向)中对准传感器相对于射束网格的位置。

[0007] 对准感测系统可以包括至少一个对准传感器,用于检测靶材和/或夹盘的表面上的位置标记,而且对准传感器可以包括:被设置成用于提供对准光射束的光源;被设置成用于确定反射对准光射束的光强度的光强度检测器,其中,反射对准光射束是由于表面反射所述对准光射束而产生;以及光学系统,其被设置成用于将对准光射束聚焦在表面上并且将反射对准光射束引导至光强度检测器上。

[0008] 测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值的步骤可以包括:移动夹盘以使夹盘位置标记与对准传感器对准,以及测量与夹盘的目前位置有关的至少一个值。移动夹盘以使夹盘位置标记与对准传感器对准的步骤可以包括在两条水平轴(举例来说,x轴与y轴)中移动夹盘并且在必要时绕着垂直轴(举例来说,Rz方向)旋转夹盘,以便达到对准的目的。

[0009] 使夹盘位置标记与对准传感器对准可以包括实施第一夹盘位置标记和第一对准传感器的对准以及第二夹盘位置标记和第二对准传感器的对准的极小的最小平方拟合(minimum least square fit)。

[0010] 本发明可提供了一种夹盘位置测量系统,其包括至少两个干涉仪,其中,测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值包括测量干涉仪的输出。该方法可进一步包括利用位于第一位置处的夹盘来初始化干涉仪。该方法可进一步包括储存与夹盘的第一位置有关的至少一个测量值作为夹盘初始化位置。

[0011] 本发明可提供了一种水平传感系统,其包括多个水平传感器,而且参考表面可设置在夹盘上,该方法进一步包括测量与参考表面相对于水平传感器的定向有关的至少一个值。该方法可进一步包括:在测量与射束网格的定向有关的至少一个值之前,先移动夹盘,以使参考表面与水平传感器的水平传感器平面对准。这使得夹盘的倾斜能够被纠正或对齐,从而使随后的测量和处理更简单。移动夹盘以使参考表面与水平传感器的水平传感器平面对准的步骤可包括测量从第一水平传感器至参考表面的距离以及测量从第二水平传感器至参考表面的距离,并且于必要时移动夹盘,使得参考表面与水平传感器平面一致。该水平传感系统可以设置成用于在基本上垂直的方向(举例来说,z方向)中测量与表面相隔的距离。该水平传感系统可包括微分电容式感测系统。该水平传感系统可包括:至少第一水平传感器,其被设置在第一方向中与最终投射系统相隔一距离处;以及第二水平传感器,其被设置在第二方向中与最终投射系统相隔一距离处。

[0012] 该对准感测系统可包括至少一个对准传感器,且水平传感系统可包括至少一个水平传感器,至少一个对准传感器可设置成在第一点处检测在表面上的位置标记,并且至少一个水平传感器可设置成用于在第一点处或是邻近第一点测量与表面相隔的距离。

[0013] 该方法可进一步包括测量直接或间接装载在夹盘上的靶材的名义靶材中心相对于对准感测系统的位置。该方法可进一步包括至少部分基于与夹盘的第一位置有关的测量值将夹盘移至第二位置,以及测量与夹盘的第二位置有关的至少一个值。该方法可进一步包括:提供参考靶材,在参考靶材的中心位置处具有靶材位置标记;移动该夹盘,以使该中心位置与对准传感器中的至少一个对准;以及测量夹盘的目前位置。该方法可包括,例如通过计算向量来确定参考靶材的中心位置相对于每一个对准传感器的相对位置。

[0014] 本发明还涉及一种方法,该方法可以附加于上述方法或独立于该上述方法来执

行,该方法包括以下步骤:产生图案化射束,该图案化射束在聚焦平面上有焦距;移动该夹盘,以将射束位置传感器定位在图案化射束下方,该图案化射束在射束位置传感器上形成射束网格;以及测量与射束位置传感器上的射束网格的定向有关的至少一个值。产生图案化射束的步骤可包括产生多个子射束,该子射束被设置成网格形式。该方法可进一步包括在射束位置传感器上提供至少一个阻隔(blocking)特征,而且测量与射束位置传感器上的射束网格的定向有关的至少一个值的步骤可包括让图案化射束扫过射束位置传感器的至少一个阻隔特征。

[0015] 产生图案化射束的步骤可包括产生被设置成网格形式的多个子射束,在射束位置传感器上提供至少一个阻隔特征的步骤可包括在对应于子射束的名义相对空间位置的相对空间位置处提供被设置在射束位置传感器上的多个阻隔特征,而且使图案化射束扫过的步骤可包括让多个子射束扫过多个阻隔特征中的多个对应阻隔特征。

[0016] 靶材可以具有在表面上形成的第一图案和多个靶材位置标记,该方法进一步包括:基于与夹盘的定向有关的至少一个测量值以及射束网格的定向有关的至少一个测量值来使夹盘与射束网格对准。使夹盘与射束网格对准的步骤可包括绕着垂直轴(举例来说,Rz方向)旋转夹盘。测量与夹盘相对于对准传感器的定向有关的至少一个值的步骤可包括:确定基本上水平的夹盘轴,其中,产生图案化射束的步骤包括产生被设置成网格形式的多个子射束,相对于基本上水平的射束网格轴设置这些子射束,且其中,使夹盘与射束网格对准的步骤可包括对准夹盘轴使其平行于射束网格轴。

[0017] 本发明还涉及一种方法,该方法可以附加于上述方法或独立于该上述方法来执行,该方法包括以下步骤:使靶材的表面与图案化射束的聚焦平面对准。使靶材的表面与图案化射束的聚焦平面对准的步骤可包括:在必要时在两个维度(x方向,y方向)中基本上水平地移动夹盘,以将夹盘的原点定位在射束网格的原点下方;以及在必要时在基本上垂直的方向(z方向)中移动夹盘,以将夹盘的原点定位在最终投射系统的聚焦平面中。该方法可进一步包括在必要时绕着基本上水平的轴(Rx,Ry方向)旋转夹盘,以便使参考表面对准水平传感器平面。

[0018] 该方法可进一步包括在必要时绕着基本上垂直的轴(Rz方向)旋转夹盘,以便使夹盘的轴对准射束网格的轴,并且可包括校正水平传感器使得水平传感器平面与聚焦平面重合。该方法可进一步包括测量与形成在靶材上的第一图案的定向有关的至少一个值。

[0019] 本发明还涉及一种方法,该方法可以附加于上述方法或独立于该上述方法来执行,该方法包括以下步骤:测量靶材上的第一图案的中心位置相对于靶材的名义中心位置的偏移;以及根据该偏移和靶材位置标记相对于靶材的位置计算与靶材位置标记相对于对准感测系统的位置有关的至少一个值。

[0020] 上述方法中测量与第一图案射束网格的定向有关的至少一个值的步骤可进一步包括:移动夹盘,以将靶材上第一图案的中心位置定位在第一对准传感器下方;移动夹盘,以将第一靶材位置标记定位在第一对准传感器下方;以及确定第一靶材位置标记相对于射束网格的位置。该方法可进一步包括:移动夹盘,以将靶材的中心定位在第二对准传感器下方;移动夹盘,以将第二靶材位置标记定位在第二对准传感器下方;以及确定第二靶材位置标记相对于射束网格的位置。

[0021] 上述方法可进一步包括:根据与第一图案的定向有关的至少一个测量值以及与射

束网格的定向有关的至少一个测量值来使形成在表面上的第一图案与射束网格对准。该方法可包括旋转该靶材,以使第一靶材图案的轴(y轴)与射束网格的对应轴(y轴)对准,并且可进一步包括利用图案化射束在表面上形成第二图案。

[0022] 本发明还涉及一种利用图案化射束在靶材上形成第二图案的方法,该第二图案与先前已形成在靶材的表面上的第一图案对准,该方法包括:提供光刻系统来产生图案化射束,该光刻系统包括用于将图案化射束投射在表面上的最终投射系统,并且进一步包括对准感测系统和水平传感系统;以及提供夹盘,该夹盘包括夹盘位置标记和射束位置传感器。该方法包括以下步骤:根据对准感测系统的至少一个测量将夹盘移至第一位置,和测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值;测量直接或间接装载在夹盘上的靶材的名义中心相对于对准感测系统的位置;产生图案化射束,该图案化射束在聚焦平面上有焦距;移动夹盘,以将射束位置传感器定位在图案化射束下方,该图案化射束在射束位置传感器上形成射束网格;和测量与射束位置传感器上的射束网格的定向有关的至少一个值。该方法可以进一步包括以下步骤:将靶材直接或间接定位在夹盘上,该靶材具有表面并且具有形成在该表面上的第一图案和多个靶材位置标记;基于与夹盘的定向有关的至少一个测量值以及与射束网格的定向有关的至少一个测量值来使夹盘与射束网格对准;使靶材的表面与图案化射束的聚焦平面对准;测量与第一图案的定向有关的至少一个值;基于与第一图案的定向有关的至少一个测量值以及与射束网格的定向有关的至少一个测量值来使形成在表面上的第一图案与射束网格对准;以及利用图案化射束在表面上形成第二图案。

[0023] 本发明进一步涉及一种确定图案相对于射束网格的空间关系的方法,其中,该图案被形成在靶材的表面上,且靶材直接或间接地定位在夹盘上,且其中,通过将图案化射束投射在表面上形成射束网格。该方法包括:将夹盘移至第一位置,并且测量与夹盘相对于参考坐标框架的空间关系有关的至少第一值;将夹盘移至第二位置,该夹盘移动至少部分以该第一值为基础,测量与靶材相对于参考坐标框架的空间关系有关的至少一个值;将夹盘移至第三位置,该夹盘移动至少部分以该第一值为基础,以及测量与射束网格相对于参考坐标框架的空间关系有关的至少一个值;将夹盘移至第四位置,该夹盘移动至少部分以第一值、第二值、以及第三值为基础,以及测量与图案相对于参考坐标框架的空间关系有关的至少一个值。

[0024] 在又一方面,本发明涉及一种用于处理夹盘上的靶材的靶材处理系统,该系统包括:可移动的夹盘,其包括至少第一夹盘位置标记和第二夹盘位置标记;对准感测系统,其被设置成用于检测第一夹盘位置标记和第二夹盘位置标记,该对准感测系统包括至少第一对准传感器和第二对准传感器,致动器,被设置成用于基于对准感测系统的至少一个测量将夹盘移至第一位置;以及测量系统,被设置成用于测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值。

[0025] 第一夹盘位置标记相对于第二夹盘位置标记的相对位置可以与第一对准传感器相对于第二对准传感器的相对位置基本上相同。对准系统可设置成用于在基本上水平的方向中(x,y方向)测量夹盘位置标记。该系统可进一步包括最终投射系统,其被设置成将图案化射束投射在靶材上,且其中,第一对准传感器被设置在第一方向(y轴)中与最终投射系统相隔一距离处,第二对准传感器被设置在第二方向(x轴)中与最终投射系统相隔一距离处。

[0026] 该系统可进一步包括最终投射系统,用于将图案化射束投射在靶材上,以在靶材

上形成射束网格,其中,该第一对准传感器被设置成用于检测在第一方向(y轴)中与射束网格相隔一距离处的位置标记,该第二对准传感器被设置成用于检测在第二方向(x轴)中与该射束网格相隔一距离处的位置标记。

[0027] 该系统可进一步包括最终投射系统,用于将图案化射束投射在靶材上,以在靶材上形成射束网格,其中,该对准感测系统包括一个或多个对准传感器,该对准传感器被设置成用于检测与射束网格相隔一距离处的位置标记,且其中,该系统进一步包括测量系统,用于确定一个或多个对准传感器与射束网格之间的空间关系。

[0028] 测量系统可被设置成通过确定每一个对准传感器的向量来确定一个或多个对准传感器与射束网格之间的空间关系,该向量描述在基本上水平的方向中(x,y方向)对准传感器相对于射束网格的位置。该对准感测系统可包括至少一个对准传感器,用于检测在靶材和/或夹盘的表面上的位置标记,该对准传感器包括:光源,被设置成用于提供对准光射束;光强度检测器,其被设置成用于确定反射对准光射束的光强度,其中,反射对准光射束是通过表面反射所述对准光射束而产生的;以及光学系统,被设置成用于将对准光射束聚焦在表面上并且将反射对准光射束引导至光强度检测器上。

[0029] 夹盘可包括在该夹盘上的至少两个夹盘位置标记,且其中,测量系统被设置成用于测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值,该操作包括:移动该夹盘以使夹盘位置标记与对准传感器对准;以及测量与夹盘的目前位置有关的至少一个值。该测量系统和夹盘致动器可被设置成用于移动该夹盘,以使夹盘位置标记与对准传感器对准,该操作包括:在两个水平轴(x,y轴)中移动该夹盘,以及在必要时绕着垂直轴(Rz方向)旋转该夹盘,以便达到对准的目的。

[0030] 该系统可被设置成用于将夹盘位置标记和对准传感器对准,该操作包括:实施第一夹盘位置标记与第一对准传感器的对准以及第二夹盘位置标记与第二对准传感器的对准的极小的最小平方拟合。该系统可进一步包括夹盘位置测量系统,其包括至少两个干涉仪,且其中,测量与夹盘的第一位置有关的至少一个值包括测量该干涉仪的输出。该系统可被设置成用于利用位于第一位置处的夹盘来初始化干涉仪。测量系统可被设置成用于储存与夹盘的第一位置有关的至少一个测量值作为夹盘初始化位置。

[0031] 该系统可进一步包括水平传感系统,其包括多个水平传感器,以及位于夹盘上的参考表面,该系统被设置成用于测量与参考表面相对于水平传感器的定向有关的至少一个值。该测量系统和致动器可被设置成用于在测量与射束网格的定向有关的至少一个值之前先移动该夹盘以将参考表面和水平传感器的水平传感器平面对准。

[0032] 该水平传感系统可被设置成测量从第一水平传感器至参考表面的距离以及测量从第二水平传感器至参考表面的距离;并且致动器被设置成在必要时移动夹盘,使得参考表面与水平传感器平面重合。该水平传感系统可设置成用于在基本上垂直的方向(举例来说,z方向)中测量与该表面相隔的距离。该水平传感系统可包括微分电容式感测系统。该水平传感系统可包括:至少第一水平传感器,其被设置在第一方向(y轴)中与最终投射系统相隔一距离处;以及第二水平传感器,其被设置在第二方向(x轴)中与最终投射系统相隔一距离处。

附图说明

- [0033] 现在将依照附图中所示的示例实施例来说明本发明,其中:
- [0034] 图1所示的是根据本发明的光刻系统的实施例的一部分的示意剖面图;
- [0035] 图2示意显示根据本发明实施例的对准传感器和水平传感器的布置;
- [0036] 图3示意显示本发明实施例的微分电容式传感器;
- [0037] 图4所示的是根据本发明实施例的对准传感器的示意图;
- [0038] 图5所示的是光刻系统中的x方向、y方向、z方向、以及Rx旋转方向、Ry旋转方向、Rz旋转方向的可能定义图;
- [0039] 图6A所示的是夹盘的实施例的示意俯视图;
- [0040] 图6B所示的是本发明实施例中多个对准传感器和射束网格之间的空间关系的示意俯视图;
- [0041] 图7所示的是射束测量传感器的实施例的示意俯视图;
- [0042] 图8所示的是根据本发明实施例的位置标记(例如,靶材位置标记或夹盘位置标记)的示意略图;
- [0043] 图9所示的是根据本发明实施例的位置标记的布置的概要略图;
- [0044] 图10A至10B所示的是根据本发明实施例的测量与对准程序的第一部分的概要略图;
- [0045] 图11所示的是根据本发明实施例的测量与对准程序的第二部分的概要略图;
- [0046] 图12A至12B所示的是根据本发明实施例的测量与对准程序的第三部分的概要略图;
- [0047] 图13A至13B所示的是根据本发明实施例的测量与对准程序的第四部分的概要略图;
- [0048] 图14A至14E所示的是根据本发明实施例的测量与对准程序的第五部分的概要略图;
- [0049] 图15所示的是根据本发明实施例的光刻系统的概要略图。

具体实施方式

[0050] 下面为本发明特定实施例的说明,其仅透过示例提出并且参考上面的附图。参考图1,图中提供的是光刻系统的剖面的概要略图。最终投射系统11可被布置成用以从射束源处接收射束并且投射图案化射束18于表面12上。图1中并未显示该射束源,但是,可在图15中看见示例。最终投射系统11可以包括准直器、透镜、偏转器、和/或其它(电气)光学组件,用以整形和/或引导该图案化射束。该最终投射系统11可以是投射列的(最后)部件,该投射列包括射束源、偏转器、射束切换器和/或其它(电气)光学组件。该投射列可以是光学投射列或是带电粒子光学投射列。

[0051] 图案化射束18会被引导至表面12。表面12可以是靶材(例如,晶圆)的表面,或是传感器(例如,射束测量传感器20)的测量表面。该射束测量传感器和/或该靶材/晶圆可以被提供在夹盘13上,直接位于该夹盘上或是位于该夹盘上的另一组件上。该夹盘13可以在至少一个维度中移动,而且较佳的是,可以在多个维度中移动。

[0052] 该光刻系统可以具备致动器系统,用以在一或多个维度中移动该夹盘。该致动器系统通常包括长行程平台和短行程平台,两者会一起完成这些移动,并且可以是通常使用

在光刻系统中的类型。

[0053] 最终投射系统11会被布置成用以聚焦该图案化射束18于聚焦平面上,而该光刻系统会被布置成用以让表面12位于该聚焦平面上。该图案化射束18可以包括单一射束或多个子射束(有时候称为小射束),而且较佳的是包括大量的子射束。该图案化射束18可被投射于表面12上,用以照射表面12上的区域,本文中称为“射束网格”。其中,该图案化射束18包括多个子射束,这些子射束较佳的是会被引导至表面12上布置成网格形态的多个光点,以便在该表面上形成射束网格60。

[0054] 为定义射束网格60相对于表面12的位置/定向,举例来说,射束网格60的原点或参考点64可以被定义为定位在穿过射束网格60中射束18的所有子射束的最小平方网格拟合处的参考射束的名义聚焦位置(实数或虚数)。射束网格60的x轴与y轴也可以被定义,举例来说,x轴穿过该原点并且平行于该射束网格上的子射束行,而y轴穿过该原点并且垂直于x轴。z轴也可以被定义,举例来说,垂直于水平传感系统19的水平传感器平面或是图案化射束18的聚焦平面。此坐标系统的定义与射束网格60有关,而且于本文中称为射束网格坐标系。

[0055] 在图1中显示一夹盘位置传感器系统的实施例,其包括微分干涉仪(differential interferometer)15。该微分干涉仪可以使用两个面镜:夹盘位置面镜14,其被固定至该夹盘;以及最终投射系统位置面镜16,其可以被固定至支撑体63或是被固定至最终投射系统11。依此方式,该干涉仪会被布置成用以检测移动并且测量夹盘13相对于最终投射系统11的位置。该夹盘位置传感器系统可以包括一个以上微分干涉仪,以便测量夹盘在一个以上方向中的位置,举例来说,x轴微分干涉仪被布置成用以测量x方向中的夹盘位置而y轴微分干涉仪被布置成用以测量y方向中的夹盘位置。干涉仪15可以是三轴干涉仪。应该了解的是,亦可以使用其它类型的夹盘位置传感器系统来决定夹盘13相对于最终投射系统11的位置。

[0056] 图1还显示对准感测系统17的实施例的一部分,其被布置成用以检测一表面上的位置标记。此位置标记可以被提供在夹盘13的表面上,即,夹盘位置标记;或者,其可以被提供在靶材的表面上,即,靶材位置标记。

[0057] 图1还显示水平传感系统19的实施例的一部分。该水平传感系统19会被布置成用以检测水平传感器和表面12之间的距离,以便决定表面12在z方向中的位置。该水平传感系统19可以包括被布置在支撑体63上和/或最终投射系统11上,和/或被布置在其它合适位置中的传感器,例如,电容式传感器。对准感测系统17和水平传感系统19的传感器较佳的是和最终投射系统11及射束网格60有固定的空间关系。

[0058] 可以提供一测量系统10,用以从夹盘位置测量系统15和/或对准感测系统17和/或水平传感系统19和/或射束测量系统处接收输入和/或测量值。

[0059] 图2所示的是根据本发明的光刻系统的实施例的剖面图的一部分。图2显示最终投射系统11和支撑体63的布置(于本实施例为环圈形式)以及对准感测系统17的各个部分。图中所示的布置犹如从该行的射束源看去,注视该靶材,以便简单地和其它图中所示坐标作比较。

[0060] 在此实施例中,对准感测系统17包括两个对准传感器61、62,而水平传感系统19包括六个水平传感器57、58、59。图中所示的最终投射系统11虽然有方形射束网格60;不过,

也可以使用矩形、偏菱形、六角形、圆形、或是其它形状的射束网格。水平传感器59可以被布置在最终投射系统11的底部表面,紧密靠近射束网格60。支撑体63支撑对准传感器61、62以及水平传感器57、58,并且还可以支撑干涉仪面镜16。

[0061] 图2中显示该射束网格坐标系统的x轴与y轴。在此实施例中,第一对准传感器61和第一水平传感器57是被沿着y轴布置,而第二对准传感器62和第二水平传感器58是沿着x轴被布置。对准传感器61、62以及水平传感器57、58是以和原点64基本上为固定空间关系的方式被安置,对准传感器61、62的射束轴位与射束网格60的原点64相隔固定的距离。

[0062] 支撑体63可以悬挂自框架71。在图1中显示支撑体63如何通过三个弯曲件72(图1中仅显示两个弯曲件)被连接至框架71。可以需要至少三个弯曲件方能在空间中定义该环圈的位置。该弯曲件72可以包括弹性材料或多个支撑杆,其利用有链或弹性接点或是利用连接线连接至能够收缩的框架71和/或支撑体63。该弯曲件72可以被胶黏在支撑体63的凹部中,如图1中所示。从图1和图6中可以了解,举例来说,倘若该最终投射系统因为例如温度变化造成的热膨胀而在径向方向中(也就是,垂直于图案化射束18的轴线)膨胀的话,该膨胀并不会相对于表面12来移动该射束轴。支撑体63可以同样会因为热膨胀的关系而在径向方向中膨胀,这会相对于射束原点64移动对准传感器和水平传感器。支撑体63可以包括低热膨胀材料,例如,玻璃陶瓷(Pyrex和/或Zerodur),用以降低此效应。因为弯曲件72的关系,支撑体63的任何此种膨胀均不会在框架71上的径向方向中造成膨胀作用力。同样地,因为弯曲件72的关系,框架71在径向方向中的任何膨胀也不会对支撑体63造成膨胀作用力。这使得可以利用高热膨胀材料(例如,铝)来建构框架71,而不会对对准传感器和水平传感器相对于射束网格的位置产生不适当的影响。

[0063] 图3示意显示可以使用在本发明实施例中的水平传感系统19中的微分电容式传感器51的实施例视图。该电容式传感器可以包括第一测量电极52、第二测量电极53、以及护卫电极54,全部彼此电绝缘。这些电极52、53以及护卫部54可以各自形成包括金属(例如,铜)的薄层。第一测量电极与第二测量电极都可以具有类半月的形状,而且在它们之间可以有一开口55。这些电极52、53以及护卫部54可以被连接至微分电容式高度测量系统(例如,图1中所示的高度测量系统40)的处理单元,该微分电容式高度测量系统被布置成用以决定距离和/或倾斜测量值。为决定倾斜,可能需要用到两对测量电极,举例来说,如图3中所示的两个传感器结构。

[0064] 开口55可以被布置成使得对准光射束和反射对准光射束可以在这些对准传感器的其中一者的操作期间通过开口55。由于此种布置的关系,该微分电容式传感器51的距离测量会在开口55的中心的下方进行,位于对准传感器的射束轴的位置处,因此,水平测量能够在对准传感器正在进行读取的位置处进行。同样地,可以在开口55的中心处利用两对测量电极来测量倾斜。这些电极可被布置成使得其中一对位于另一对顶端而且两对皆可以被布置在开口55周围。第一对测量电极的定向可能相对于第二对测量电极的定向产生偏移,举例来说,偏移90度。

[0065] 水平传感系统19,举例来说,利用电容式传感器,能够进行绝对距离测量。在此情况中,水平传感系统19的传感器可以经过校正,用以在水平传感器平面处产生一已知的读数,举例来说,零读数。该水平传感器平面可以大体上在x,y平面中,而且该校正会被实施以使得该水平传感器平面尽可能与图案化射束18的聚焦平面接近。

[0066] 图4示意显示根据本发明实施例的对准传感器的概要略图。光源401可以包括激光器402,用以提供对准光射束403。激光器402可以被布置成用以提供对准光射束403,其波长在600至650nm的范围之中,或者约635nm。光源401可以进一步包括光纤404,用以将光射束403从激光器402处引导至光学系统405。离开光纤404的对准光射束可能会有接近完美的高斯轮廓并且可以轻易地被准直。该光源可以包括准直器透镜406,其被布置成用以准直来自光纤404的光射束403。然而,当没有使用光纤而且该激光器或是另一光产生装置提供已准直的光射束时,则可以不需要用到准直透镜406。

[0067] 在另一实施例中,光源401被布置成用以提供贝索 (Bessel) 光射束。贝索光射束的特征可以为在贝索光射束的光点中,能量轮廓(举例来说,以与中心相隔的距离为函数的强度)可以利用贝索函数来描述,而取代高斯函数。贝索光射束的优点是光点可以很小,而聚焦深度很大。

[0068] 光学系统405可以进一步包括射束分裂器407,用以将光射束403引导至表面12。光学系统405可以包括聚焦透镜408,用以将对准光射束403聚焦在表面12上。反射对准光射束409是因对准光射束403在表面12上反射而产生的。聚焦透镜408可以还被用来准直反射射束409。射束分裂器可以接着将反射射束409引导至光强度检测器410。

[0069] 光强度检测器410可以包括光二极管或是工作在光伏特模式中的无偏压硅质PIN二极管。相较于光二极管的偏压模式操作,此模式可以降低被产生的热量。该光强度检测器可以还包括运算放大器,用以将来自该光二极管的电流转换成可被滤波的电压。经过滤波的电压可被转换成数字信号,其可被处理单元(举例来说,对准感测系统17的处理单元)使用。光强度检测器410的主动区可以大于离开射束分裂器407的反射对准光射束409的直径。

[0070] 另一聚焦透镜(图4中并未显示)可被定位在射束分裂器407和光强度检测器410之间,用以将该反射对准光射束聚焦在该主动区上,以便利用离开射束分裂器407的所有能量。在非偏振射束分裂器中的情况可以是对准光射束403中的50%会被引导至表面12,而另外的50%可能会丢失。而反射对准光射束中的50%可以被引导至该光强度检测器,而另外的50%可能会丢失。这暗示着对准光射束403中的75%会丢失,也就是,没有用于位置检测。所以,在对准传感器的实施例中可以使用偏振射束分裂器407。在此情况中,该光源可以提供已偏振的对准光射束403。该光源可以包括偏振器412,其被布置成用以将非偏振光射束转换成偏振光射束。

[0071] 对准光射束403可以是S10偏振光射束,在图4中以黑点表示。偏振射束分裂器407可以被布置成用以将该S偏振对准光射束引导至该表面。该光学系统可以进一步包括四分之一波板411,其可以位于偏振射束分裂器407和聚焦透镜408之间。当对准光射束403前进经过该四分之一波板411时,其可以将其偏振从S偏振改变成右圆形偏振,如图4中的弯曲箭头所示。

[0072] 当对准光射束403被表面12反射时,偏振可能会再次改变;该反射对准光射束409可能会有左圆形偏振,如图4中的另一弯曲箭头所示。当该反射对准光射束409前进经过该四分之一波板411时,其可能会将其偏振从左圆形偏振改变成图4中的笔直箭头所示的P偏振。偏振射束分裂器407可以被布置成用以将P偏振反射对准光射束引导至光强度检测器410。使用偏振的对准光射束、偏振的反射对准光射束、以及偏振射束分裂器可以减少杂散光、反向反射、以及射束分裂器中的能量损失。再者,偏振滤波器412可被布置成用以最小

化反向回到光源中的光反射。

[0073] 在对准传感器的实施例中,聚焦透镜408被布置成用以协同透明板413将对准光射束403聚焦在表面12上,该透明板413可以折射对准光射束403和反射对准光射束409两者。折射取决于该透明板413的材料。

[0074] 高度测量系统40可以被提供用以测量这些对准传感器与表面12之间的距离 h 和/或这些对准传感器相对于表面的倾斜。利用和对准传感器与表面之间的距离 h 和/或对准传感器相对于表面的倾斜有关的信息,致动器可被布置成用以移动夹盘,以便调整该距离 h 和/或倾斜。此高度测量系统可以是光学式高度测量系统或是电容式高度测量系统,并且可以和水平传感系统19分离或是该水平传感系统19的一部分。

[0075] 微分电容式传感器(如图3中所示的传感器51)可以被布置在图4中所示的透明板413上,其中微分电容式传感器面朝表面12。此传感器可被使用在高度测量系统或是水平传感系统19中。在此布置中,电容式传感器和对准传感器射束403的聚焦平面(其为表面12的理想定位处)之间的距离可为最小,这非常有利,因为当传感器和其面对的物体(在本例中为表面12)之间的距离增加时电容式传感器的效能会下降。

[0076] 在一个实施例中,对准感测系统17包括两个对准传感器,例如,图2中所示的传感器61、62,而且每一个对准传感器可以是根据本文件中所述的实施例。利用两个对准传感器可以简单地决定具有两个位置标记的表面在两个维度中(举例来说, x 方向与 y 方向,或是偏转方向与扫描方向)的位置。扫描方向或轴线在电子射束光刻术中可以和靶材(例如,晶圆)在图案化期间被机械性移动的方向有关;而偏转方向或轴线则可以和图案化射束(或子射束)在图案化期间被偏转的方向有关。

[0077] 如上面所提,夹盘13可以在至少一个维度或方向中移动,且较佳的是,可以在两个(举例来说, x 、 y)或三个(举例来说, x 、 y 、 z)维度中移动。夹盘13也可以在至少一个旋转方向中(举例来说, R_z)、两个旋转方向中(举例来说, R_y 、 R_z)、或是三个旋转方向中(举例来说, R_x 、 R_y 、 R_z)移动。图5所示的是光刻系统中这些方向的其中一种可能的定义,图中显示 x 方向、 y 方向、 z 方向、以及 R_x 旋转方向、 R_y 旋转方向、 R_z 旋转方向。在此布置中, x 方向中的移动代表水平平移该夹盘;在 y 方向中,夹盘是在另一方向中(其可以垂直于 x 方向)水平平移;而在 z 方向中(其可以垂直于 x 方向与 y 方向),夹盘则垂直平移。 R_x 方向中的移动代表夹盘绕着 x 轴旋转;在 R_y 方向中,夹盘绕着 y 轴旋转;而在 R_z 方向中,夹盘则绕着 z 轴旋转。图5还显示每一个方向的记号的定义,举例来说,正向方向为箭头的方向,因此,可以定义某个特殊方向中的正向移动与负向移动两者。

[0078] 图5中所示的方向定义可以被使用在光刻系统的不同坐标系统中,举例来说,被使用在夹盘坐标系统中用以定义相对于夹盘13的位置与移动,使用在靶材坐标系统中用以定义相对于靶材23的位置与移动,以及使用在射束坐标系统中用以定义相对于射束网格60和原点64的位置与移动。然而,这些不同的坐标系统也可以使用这些方向的不同定义。

[0079] 夹盘坐标系统可以由穿过夹盘面镜14的平均平面以及靶材23的表面12的名义平面来定义。在此实施例中, x 轴与 y 轴是被定义成平均面镜表面和靶材表面平面之间的相交线。而垂直 z 轴则被定义成垂直于该平均靶材表面水平。夹盘坐标系统的原点落在靶材表面平面和定位在夹盘上的靶材的指定(几何)中心的交点处。在此实施例中,夹盘的原点的垂直位置(在 z 方向中)可以会因每个靶材而不同。另外,因为这些夹盘坐标的 x 轴与 y 轴于本实

施例中不需要正交,所以,Rz方向中介于夹盘和射束坐标之间的旋转可被测量为介于两个坐标系统的y轴之间的角度。

[0080] 测量系统10可被布置成用以报告夹盘13和/或靶材23相对于射束网格60(举例来说,相对于该射束网格的原点64和/或相对于该射束网格的一条或多条轴线)的位置。举例来说,测量系统10的坐标系统(举例来说,具有坐标 $[x, y, z, R_x, R_y, R_z]$)可以是指目前被定位在射束网格60的原点64处的夹盘坐标系统(也就是,该夹盘坐标系统的原点在射束网格60的原点64处)的坐标 $[x, y, z]$ 以及相对于射束网格的原点和轴线所测得的该夹盘的旋转 $[R_x, R_y, R_z]$ 。该测量系统10可以会使用来自夹盘位置测量系统15、对准传感器61、62、水平传感器57、58、59、和/或射束测量传感器20的测量输入来报告这些位置。

[0081] 该测量系统10坐标系统可以定义夹盘坐标(也就是,相对于该夹盘的坐标)和射束网格坐标(也就是,相对于该射束网格的坐标)之间的转换。对水平平面来说, $[x, y, R_z]$ 中的测量系统坐标系统可被定义为在x方向、y方向、以及Rz方向中从射束网格坐标转换至夹盘坐标。该测量系统10可以报告在射束网格60的原点64处于x-y平面中所观察到的夹盘坐标。对垂直平面来说,测量系统坐标 $[z, R_x, R_y]$ 定义从夹盘坐标转换至射束网格坐标。该测量系统可以报告该靶材相对于该射束网格坐标系统的高度与倾斜。该测量系统坐标系统的(记号)定义可以如图5中所示。

[0082] 本发明的实施例虽然根据此种布置来说明;不过,也可以使用许多其它坐标系统来说明本文中所述的测量与移动方向,而且本发明并不受限于图5中所示的特殊布置。

[0083] 图6A所示的是夹盘13的实施例的示意俯视图。夹盘13具备射束测量传感器21和多个夹盘位置标记22,它们会结合在单一单元20中。在图6A中所示的实施例中,这些夹盘位置标记22的形式为定向在x方向与y方向中的格栅;夹盘位置标记22亦可以具有定向在x方向与y方向中但是为任何其它数量的格栅。

[0084] 图6A中的射束测量传感器21虽然具有圆形形状;但是,其也可具有矩形形状或是其它形状。夹盘13可以支撑靶材23(例如,晶圆)。该靶材的表面可以具备四个靶材位置标记76、77。这些靶材位置标记76、77是被布置在曝光场70周围。靶材通常包括许多曝光场70。曝光场70可以具有矩形形状。这些四个靶材位置标记76、77可被定位在该矩形形状的侧边的末端处或是其它位置处;但是,较佳的是,这些靶材位置标记中没有任何一者相邻于另一者。本实施例中的夹盘13具备两个夹盘位置面镜14,它们被安置在该夹盘的侧边,以使得这些面镜彼此垂直。该夹盘13可以在至少x方向与y方向中移动,因此,射束测量传感器和靶材也可以在至少x方向与y方向中移动。

[0085] 夹盘13还具备参考平板25,其包括表面26以及夹盘位置标记27、28。这些夹盘位置标记27、28较佳的是被布置成其分离距离和这些第一对准传感器61与第二对准传感器62之间的分离距离名义上相同,而且较佳的是具有相同的空间布置。这些夹盘位置标记可以是2维标记,举例来说,用以x方向与y方向中进行读取和对准。两个2维标记可被用于两个对准传感器,如图6A中的实施例的中所描绘。另一种作法是使用1维夹盘位置标记,每一个对准传感器使用两个1维标记,如图8中所示的实施例中所描绘。

[0086] 图6B所示的是本发明实施例中介于对准传感器61、62和射束网格60之间的空间关系的示意俯视图。图中所示的布置犹如从该列的射束源看去,注视该靶材,以便简单和其它图中所示坐标作比较。如从图6A与图6B中所看见,这些夹盘位置标记27、28的分离距离及

空间布置虽然可以和这些对准传感器61、62及射束网格60的分离距离及空间布置一致；不过，在分离距离和/或空间布置中可能会出现特定误差。

[0087] 图7所示的是射束测量传感器21的示意俯视图。该射束测量传感器可以包括(测量)表面31，其可以被布置成用以检测以一入射射束入射在表面31上的位置为函数的该入射射束的强度。该射束测量传感器可以还包括夹盘位置标记22以及以二维图案布置在表面31上的数个射束阻隔结构32。图案化射束18可以包括数道子射束，而且阻隔结构的图案可以被布置成具有对应于被投射在表面31上的射束网格60中相邻子射束间的名义距离的间距。在此情况中，每一道子射束可以在一对应的阻隔结构32上方扫描，用以辨识一个或多个相关的子射束参数，例如，子射束位置。

[0088] 构成夹盘位置标记22的二维图案及带电粒子阻隔结构的二维图案之间的空间关系彼此具有预设的关系。较佳的是，两个图案之间的空间关系会使得这些夹盘位置标记22的中心30和阻隔结构32的二维图案的几何中心一致。阻隔结构的图案的几何中心可被定义为和所有周遭阻隔结构相隔距离的平方的总和为最小的位置。

[0089] 图8所示的是根据本发明实施例的位置标记73(例如，靶材位置标记或夹盘位置标记)的概要略图。位置标记73被设计成用以提供能够被对准传感器61、62精确检测到的标记。这些位置标记可以包含能够被这些对准传感器检测到的从其中一个区域至另一个区域的边缘或过渡区，举例来说，让光射束从该标记处反射并且被对准传感器接收。这些位置标记可以包含数个这样的边缘或过渡区，以便让这些对准传感器区分这些位置标记的不同位置或定向。位置标记73可以包括数个区域74，其中，第一反射区域的反射系数高于第二反射区域，或者反之亦然。或者，甚至除此之外，这些区域74可以包括第一隆起区域和第二非隆起区域，以使得，举例来说，能够藉由从这些区域处反射的光射束的干涉图案或相位来区分这些第一区域和第二区域。

[0090] 图9所示的是根据本发明实施例的靶材位置标记76、77的布置的概要略图。该靶材可以在其表面上形成多个图案，而且这些靶材位置标记76、77可以在将被形成在该靶材上的第一图案进行图案化期间被形成在该靶材上，使得这些标记与该第一图案有固定的空间关系。被形成在该靶材上的后续图案能对准先前已被形成在该靶材上的图案，从而使得所有这些图案彼此对准。

[0091] 这些靶材位置标记76、77可被布置围绕该靶材上的场域70。这些靶材位置标记可被布置成让两个标记76定位在该靶材的其中一条轴线(举例来说，x轴)上并且让两个标记77定位在该靶材的另一条轴线(举例来说，y轴)上。每一条轴线中这些靶材位置标记之间的最小分离距离容许更精确测量该靶材的表面的位置与倾斜。在其中一个实施例中，每一条轴线中这些靶材位置标记分离至少26mm。

[0092] 在图9中所示的实施例中，四个靶材位置标记被布置在区域78里面与靶材的中心相隔指定距离内，举例来说，该靶材的中心的 $\pm 33\text{mm}$ 里面。两个标记76被布置在该靶材上该图案的x轴上，而两个标记77则被布置在该靶材上该图案的y轴上。这些靶材位置标记可以位于该靶材表面上的场域之间的切割线之中。

[0093] 为达迭置的目的，重要的是能够在夹盘的任何位置处再现射束网格至对准传感器向量。倘若夹盘在不同的对准传感器测量之间或是在射束传感器测量与对准传感器测量之间旋转的话，此再现性会更为复杂。为保持该过程尽可能简单，夹盘的Rx、Ry以及Rz位置在

所有对准传感器测量和射束传感器测量中可以是固定的。

[0094] 夹盘初始化程序可被用来让光刻系统精确测量夹盘13的移动并且追踪夹盘位置。当夹盘位置传感器系统使用微分干涉仪时,该系统需要被初始化方能决定夹盘13的目前位置,因为这些干涉仪仅测量相对位置。倘若光刻系统的特定部件被更换或是当干涉仪丢失它的测量信号时,便可以要实施夹盘初始化。初始化过程的示例说明如下并且描绘在图10A与图10B的中。

[0095] 特定的夹盘位置(举例来说,用于射束位置测量所需要的夹盘位置以及夹盘上的晶圆位置)在测量系统坐标中被进行校正。这是为了这些夹盘移动的再现性的目的,以使得每一次相同的测量系统坐标表示该射束网格60和/或这些对准传感器61、62下方该夹盘中相同的位置。

[0096] 用以移动夹盘的致动器系统可以具有传感器或编码器,以便决定夹盘的粗略位置。初始化可以从粗略初始化程序开始,用以在足够精确的极限内将夹盘13带至已知位置里面,使得能够利用来自该夹盘位置测量系统(例如,干涉仪)的测量数据来控制进一步的夹盘13移动。

[0097] 在图10A中所示的夹盘初始化的第一步骤中,夹盘13会被移动用以利用对准传感器61、62将夹盘位置标记27、28定位在参考平板25上。通过将夹盘13移动至夹盘位置标记27、28能够被对准传感器61、62读取的位置便可以达成此目的。该致动器系统会移动该夹盘13,用以达成夹盘位置标记和对准传感器的最佳拟合对准,如图10B中所示。举例来说,可以取得这些标记27、28的位置的四个标记读数,两个对准传感器61、62中每一个都会在x方向中取得一个读数并且在y方向中取得一个读数,而且夹盘会在x方向与y方向中移动并且在Rz方向中(绕着z轴)旋转至一位置处,以使得标记27、28的位置偏离对准传感器61、62的位置的偏差的平方的总和最小化。这会以对准传感器61、62为基准来定义夹盘13的已知的x位置、y位置、以及Rz位置。

[0098] 在第二步骤中,当夹盘13被定位成让参考平板25位于对准传感器61、62下方时,水平传感器会测量与到参考平板的表面26的距离。夹盘13会以此水平测量为基础在z方向中移动并且于必要时在Rx方向与Ry方向中旋转,以使得该参考平板表面26处于水平传感器平面中。这会以这些对准水平传感器61、62为基准来定义夹盘13的已知的z位置、Rx位置、以及Ry位置。

[0099] 在第三步骤中,夹盘位置系统会因夹盘13处在此位置而被初始化,举例来说,在此夹盘位置处从干涉仪15、16处取得的测量数值可被储存当作x维度、y维度、z维度、Rx维度、Ry维度、以及Rz维度中的夹盘初始化位置。举例来说,可以表示成坐标 $[x, y, z, Rx, Ry, Rz]_{init}$ 。请注意,这些测量数值和这些坐标代表夹盘相对于这些对准传感器位置的位置。

[0100] 夹盘初始化位置的再现性会影响光刻系统的度量系统的校正再现性,而且其还会影响所有其它位置测量的精确性,例如,测量系统坐标中的射束位置测量传感器、靶材坐标中的名义靶材位置、Rz粗略对准精确性等。干涉仪初始化位置是6个自由度的位置,用以在该参考平板对准这些对准传感器(针对x位置、y位置、以及Rz位置)并且对准水平传感器平面(针对z位置、Rx位置、以及Ry位置)时在测量系统坐标中定义夹盘的坐标。

[0101] 由于对准传感器位置以及夹盘上靶材的装载位置的不确定性的关系,所以,可以实施初始化以便以这些对准传感器为基准来建立靶材的中心的位置。

[0102] 参考靶材80会被装载在夹盘13上,如图11中所示。该参考靶材是特殊靶材,靶材位置标记81表示它的中心点。具有参考靶材80的夹盘13会被定位成让该参考靶材的中心对准在第一对准传感器(例如,对准传感器61)下方。此第一夹盘位置会被测量,而且用以描述该第一位置的第一向量会被推知,例如,测量系统坐标中的向量 $[x, y]_{\text{TargetCenterToFirstSensor}}$ 。接着,具有参考靶材80的夹盘13会被定位成让该参考靶材的中心对准在第二对准传感器(例如,对准传感器62)下方。此第二夹盘位置会被测量,而且用以描述该第二位置的第二向量会被推知,例如,测量系统坐标中的向量 $[x, y]_{\text{TargetCenterToSecondSensor}}$ 。这些向量以这些对准传感器为基准来建立该参考靶材的中心的位置。

[0103] 此校正较佳的是在对最终投射系统11或是其任何器件进行任何更换或调整之后被实施一次。参考靶材会从该夹盘13处被移除而要被处理的靶材则会被装载于该夹盘13上。

[0104] 让夹盘对准已校正的机械扫描方向也可以会被实施。在夹盘初始化程序的后,该夹盘13定向仍和最终投射系统11所产生的图案化射束18(也就是,射束网格60)的对准或是被定位在夹盘13上的靶材23的对准没有任何直接关系。

[0105] 夹盘13会被移动,以使得射束18落在射束测量传感器20上,如图12A中所示。当射束18包括多个子射束时,子射束间的分离距离的测量便可以实施。在此测量中,由多个子射束组成的网格会扫射跨越该射束测量传感器20的阻隔结构,并且可以利用最终的强度数值在测量系统坐标中决定,例如,子射束之间的距离、平均子射束至相邻子射束的拼接向量(stitch vector)、射束网格的大小、以及射束网格的定向。此校正可以会在每一次投射透镜整合之后或是在初始化位置已经不合格时(例如,在夹盘交换或是干涉仪重新整合之后)被实施一次。

[0106] 接着,夹盘13可以在Rz方向中旋转,以使得该夹盘的y轴(先前已在初始化期间被决定)对准射束网格60的已校正的y轴,如图12B中所示。目前的夹盘13的位置现在会等于 $[x, y, z, R_x, R_y, R_z]_{\text{init}} - [0, 0, 0, 0, 0, R_z]_{\text{BeamGrid}}$ 。这能够让夹盘在测量系统坐标的y方向中移动,用以沿预期的机械扫描方向产生移动,举例来说,以使得相邻射束所写入的图案彼此正确地拼接。

[0107] 在将靶材23装载在夹盘13上之后,该夹盘便会被放置在使得靶材表面(平均或是中心)会对准图案化射束18的聚焦平面的定向中,而且靶材布局的y轴会对准射束网格的y轴。这些 $[R_x, R_y, R_z]$ 测量系统坐标会被使用在所有对准传感器测量及射束位置传感器测量中。

[0108] 在曝光期间从利用对准传感器进行第一次测量的时刻至最后一次测量为止,重要的是,射束网格至对准传感器向量要保持完全相同。这会要求这些对准传感器至该射束网格轴线的机械稳定度保持稳定。所以,这些对准传感器是被安置在一个“下膨胀环”中。

[0109] 全域性对准的第一步骤是倾斜测量。靶材表面相对于水平传感器平面的倾斜会被测量,并且接着夹盘被定位成使得位于中心处的靶材表面会对准投射透镜的聚焦平面。达成此目的的一种方法是通过实施图25中所示的下面步骤。应该了解的是,针对对准程序的所有部分来说,本文中所述的某些步骤可以不同的顺序来实施而且某些步骤可被结合成单一步骤(举例来说,省略中间的夹盘移动),其并不会改变最终结果。

[0110] 夹盘13会在必要时在x方向与y方向中移动,用以将夹盘13的原点29定位在射束网

格60的原点64下方,如图13A中所示。夹盘13还会在必要时在z方向中移动,用以将夹盘的原点29定位在最终投射系统11的聚焦平面中。夹盘的原点29与参考平板对准标记27、28及表面26有固定的空间关系。夹盘初始化过程会让干涉仪系统测量夹盘13相对于射束网格60的位置,以使得夹盘的原点29会对准射束网格60的原点64。

[0111] 夹盘13在必要时在Rx方向与Ry方向中旋转,用以在水平传感器平面中对准该参考平板表面26,如图13B中所示,而且该夹盘会在Rz方向中进一步旋转,以便让夹盘13的y轴对准射束网格60的y轴。这是与夹盘初始化结束时的位置相同的Rx位置、Ry位置、以及Rz位置,例如, $[0, 0, 0, R_x, R_y, R_z]_{init} = [0, 0, 0, 0, 0, R_z]_{yBeamGrid}$ 。在此夹盘位置中,靶材表面12的水平是利用对准水平传感器57、58来测量。此测量以该水平传感器平面为基准。

[0112] 水平传感系统19可被校正,使得该水平传感器平面名义上与图案化射束18的聚焦平面一致。然而,在两个平面之间可能有小偏差,这在校正期间要谨慎注意。利用校正设定值,夹盘13会于必要时在Rx方向与Ry方向中旋转,用以让靶材表面对准最终投射系统11的聚焦平面。

[0113] 下一个步骤是对准夹盘,使得靶材布局对准射束网格的y轴,以及决定该靶材的原点的位置。这涉及在x方向、y方向、以及Rz方向中全域性对准。达成此目的的一种方法是通过实施图14A至图14E中所示的下面步骤。

[0114] 在此时,沿着测量系统坐标的y轴的移动虽然名义上等于沿着机械扫描方向的移动,但是最终,该靶材布局的y轴必须对准该射束网格。此对准发生在靶材被载入工具中以后的全域性对准期间。

[0115] 夹盘13被移动距离 $[x, y]_{TargetCenterToSecondSensor}$,用以将靶材的中心定位在第一对准传感器(例如,对准传感器61)下方,如图14A中所示。

[0116] 在装载该靶材之前,晶圆装载系统测量靶材位置相对于“名义”靶材位置的偏移。参考靶材的中心虽然为已知,但是,要被图案化的靶材的中心的位置却可能与该已知数值略微不同。该晶圆装载系统可以报告与该参考靶材装载有多少偏移量。当靶材被装载于该晶圆装载系统中的夹盘上时利用相机来确定这些靶材位置标记便可达成此目的。

[0117] 此偏移以及该靶材上靶材位置标记的靶材坐标会被用来计算靶材位置标记的扫描参数。这些扫描参数通常包含步进移动的开始位置与结束位置以及扫描速度。夹盘被移动用以将每一个x轴靶材位置标记76定位在第一对准传感器61下方并且测量这些x轴靶材位置标记相对于该射束网格的实际位置,如图14B中所示。

[0118] 夹盘13接着移动一段距离 $[x, y]_{TargetCenterTargetToFirstSensor}$,用以将靶材的中心定位在第二对准传感器(例如,对准传感器62)下方,如图14C中所示。夹盘被移动用以将每一个y轴靶材位置标记77定位在第二对准传感器62下方并且测量这些y轴靶材位置标记相对于该射束网格的实际位置,如图14D中所示。

[0119] 该靶材布局在Rz方向中的旋转是在测量系统坐标中依照该射束网格被算出。将夹盘13在Rz方向中旋转该计算量,以便让这些靶材布局坐标对准该射束网格的y轴,如图14E中所示。

[0120] 该靶材在测量系统坐标中的偏移会连同该靶材在测量系统坐标中的旋转一起被算出。这会导致靶材与测量系统坐标之间的转换,其可以下面的转换矩阵来表示

$$[0121] \quad \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}^{MES} = \begin{bmatrix} T_x^{Wafer} \\ T_y^{Wafer} \end{bmatrix}^{MES} + \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & -R^{Wafer} + R_a^{Wafer} \\ R^{Wafer} + R_a^{Wafer} & 1 \end{bmatrix}}_{\substack{x^{Wafer} \rightarrow MES \text{ ALS} \\ Global}} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}^{Wafer}$$

[0122] 其中,T为2x1平移向量,用以描述靶材的原点在测量系统坐标中的位置;而R为2x2旋转矩阵,用以描述靶材的每一条轴线(x轴与y轴)在测量系统坐标中的定向。该转换描述晶圆在测量系统坐标中的偏移,以便让第一靶材位置标记对准第一对准传感器并且让第二靶材位置标记对准第二对准传感器。

[0123] 图15所示的是根据本发明实施例的光刻系统的概要略图,其可以包括本文中所述的光刻系统的组件。该光刻系统较佳的是被设计成模块型式,以允许方便维修。主要的子系统较佳的是以自给式且可抽取式模块来建构,使得它们能够从该光刻机处被移除,而对其它子系统造成的干扰尽可以很少。这特别有利于被封闭在真空腔室之中的光刻机,其中接入该部机器会受到限制。因此,发生故障的子系统能够迅速地移除并且更换,而不需要中断连接或是干扰其它系统。

[0124] 在图15中所示的实施例中,这些模块式子系统包含:照射光学模块801,其可以包括射束源802与射束准直系统803;孔径阵列与聚光透镜模块804,其包含孔径阵列805与聚光透镜阵列806;射束切换模块807,其包含子射束遮挡器阵列808;以及投射光学模块809,其包含射束阻止阵列810、射束偏转器阵列811、以及投射透镜阵列812。上面所述的最终投射系统可以是指投射透镜阵列812。

[0125] 这些模块可以被设计成用以从对准框架处滑入与滑出。在图15中所示的实施例中,该对准框架可以包括对准内侧子框架813与对准外侧子框架814。在上文中已经说明过用于连接最终投射系统和框架71的弯曲件。在图15中并没有显示此连接且因而没有显示这些弯曲件。然而,框架71可以对应于对准内侧子框架813或对准外侧子框架814。主框架815可以通过振动阻尼底座816来支撑对准子框架813与814。晶圆或靶材是座落在晶圆台817上,该晶圆台817接着会被安置在夹盘13上。

[0126] 为简化起见,在上面的说明中并没有提及晶圆台817。夹盘13位于平台短行程818和长行程819上。平台短行程818和长行程819可以包括上面所述的致动器系统。光刻机可以被封闭在真空腔室820中,该真空腔室820可以包含一层或多层微米金属屏障层821。该系统可以位于基底平板822上并且可以受到框架部件823支撑。

[0127] 这些各种模块通常需要用大量电信号和/或光学信号以及电功率来操作这些模块。真空腔室内部的这些模块可以从通常位于该腔室外面的处理器单元824处接收这些信号。

[0128] 图案化射束可以由准直器透镜系统803来准直。经过准直的射束会照射在孔径阵列805上,该孔径阵列805会阻隔该射束的一部分,用以创造多道子射束。该光刻系统较佳的是被布置成用以产生大量子射束,较佳的是,约10,000至1,000,000道子射束。这些子射束可穿过聚光透镜阵列806,该聚光透镜阵列806可将这些子射束聚焦在射束遮挡器阵列808的平面中,该射束遮挡器阵列808包括用以偏转这些子射束中一或多个子射束的多个遮挡器。这些经偏转子射束和未经偏转子射束可以抵达射束阻止阵列810,该射束阻止阵列810可以有多个孔径。子射束遮挡器阵列808和射束阻止阵列810可以一起操作用以阻隔这些子射束或是让这些子射束通过。倘若子射束遮挡器阵列808偏转一子射束的话,其便不会通过

射束阻止阵列810中的对应孔径,取而代之的是,其将被阻隔。倘若子射束遮挡器阵列808没有偏转子射束的话,那么,其便会通过射束阻止阵列810中的对应孔径,并且通过射束偏转器阵列811以及投射透镜阵列812。

[0129] 射束偏转器阵列811可用以在x方向和/或y方向中(实质上垂直于这些未经偏转子射束的方向)偏转每一道子射束,以便跨越靶材的表面扫描这些子射束。这些子射束可以通过投射透镜阵列812并且可被投射在靶材上。该投射透镜阵列812较佳的是提供高达500倍等级的缩小(取决于特定的电子-光学布局)。这些子射束可以照射被定位在用于携载靶材的可移动夹盘13上的靶材的表面。

[0130] 在光刻术应用中,靶材经常是具备带电粒子敏感层或光阻层的晶圆。光刻系统可以操作在真空环境中。真空可以被期待,以便移除可以被这些射束离子化并且被吸引至射束源的粒子、可以解离并且被沉积在机器器件上的粒子、以及可以分散这些射束的粒子。为保持真空环境,光刻系统可以被放置在真空腔室中。该光刻系统的所有主要组件(其包含射束源、光学列、以及该可移动的夹盘)较佳的是被容纳在共同的真空腔室中。

[0131] 可以了解的是,使用电子射束来图案化靶材的光刻系统的实施例经过适当修正后也可套用至使用光射束来图案化靶材的光刻系统。应该了解的是,本文并入上面说明是为解释较佳实施例的操作而没有限制本发明的范畴的用意。熟习本技术的人士从上面的讨论中便明白随附申请专利范围所涵盖并且落在本发明的精神与范畴里面的许多变化。

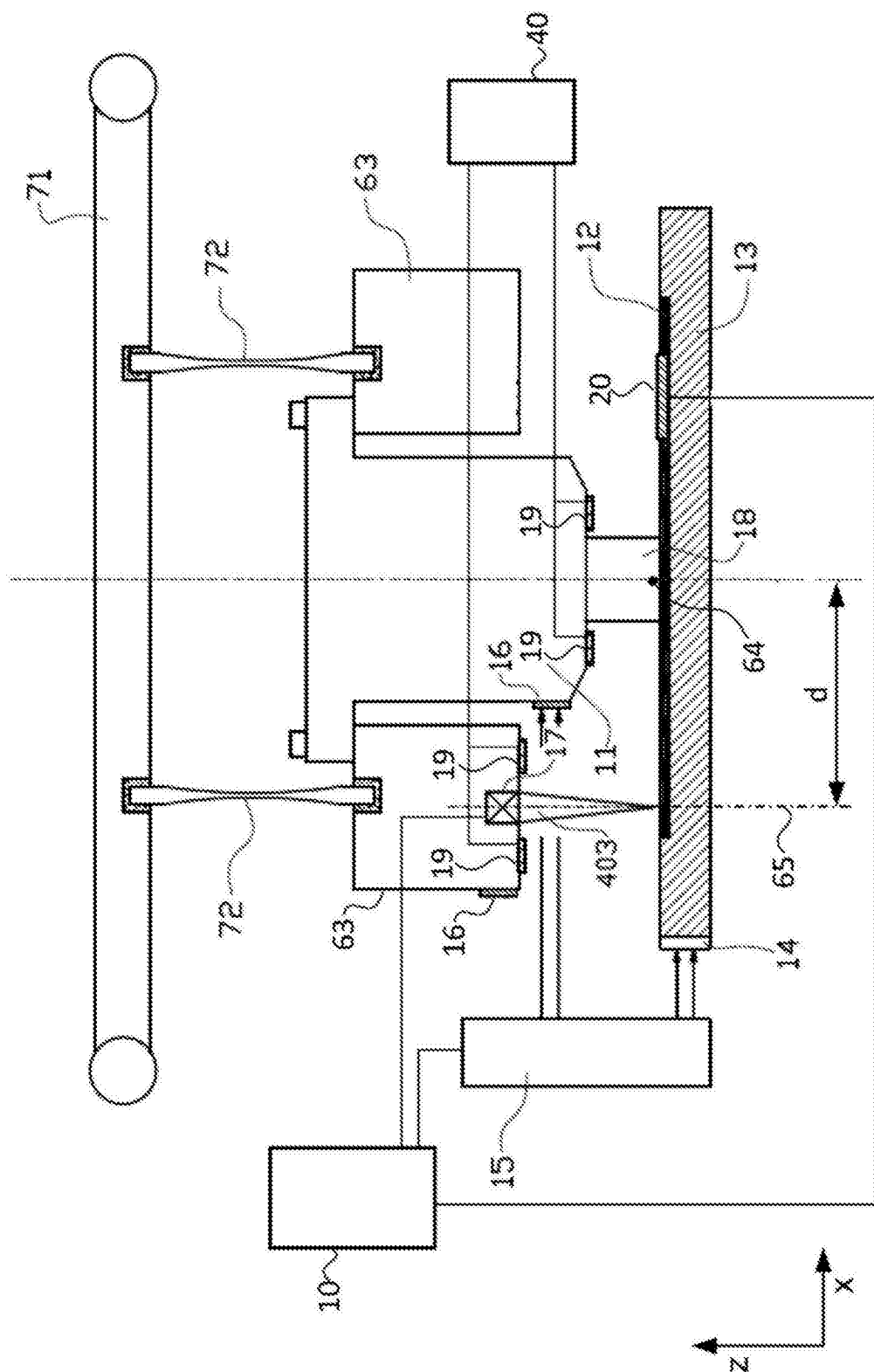


图1

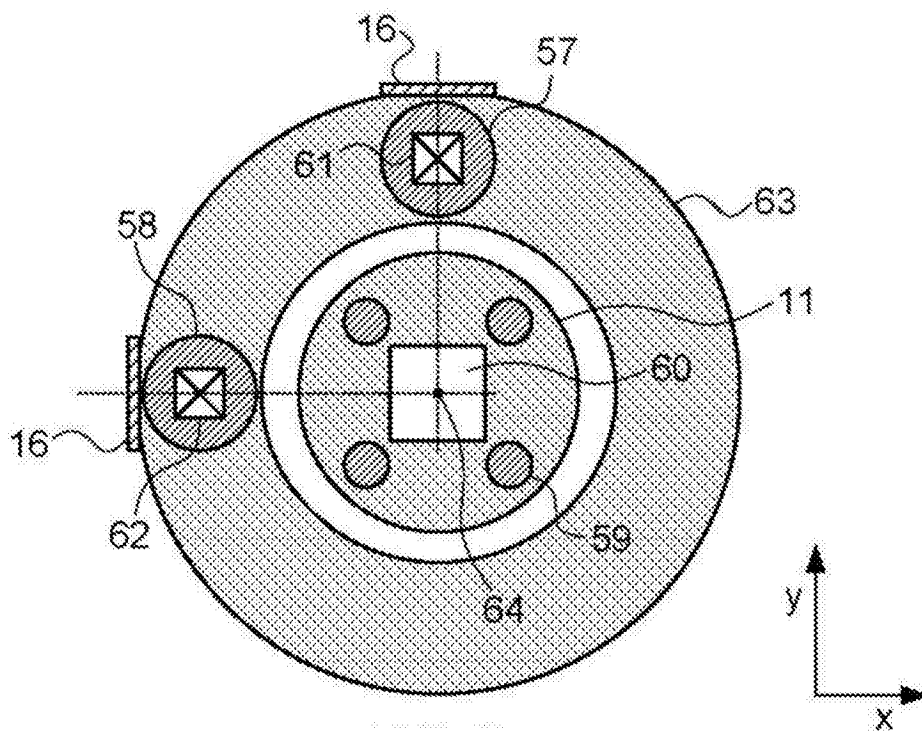


图2

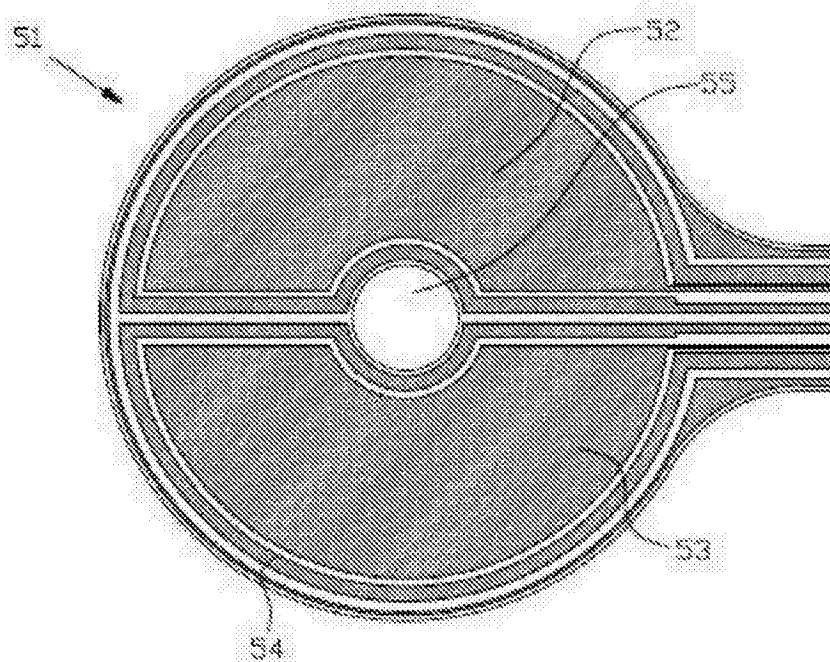


图3

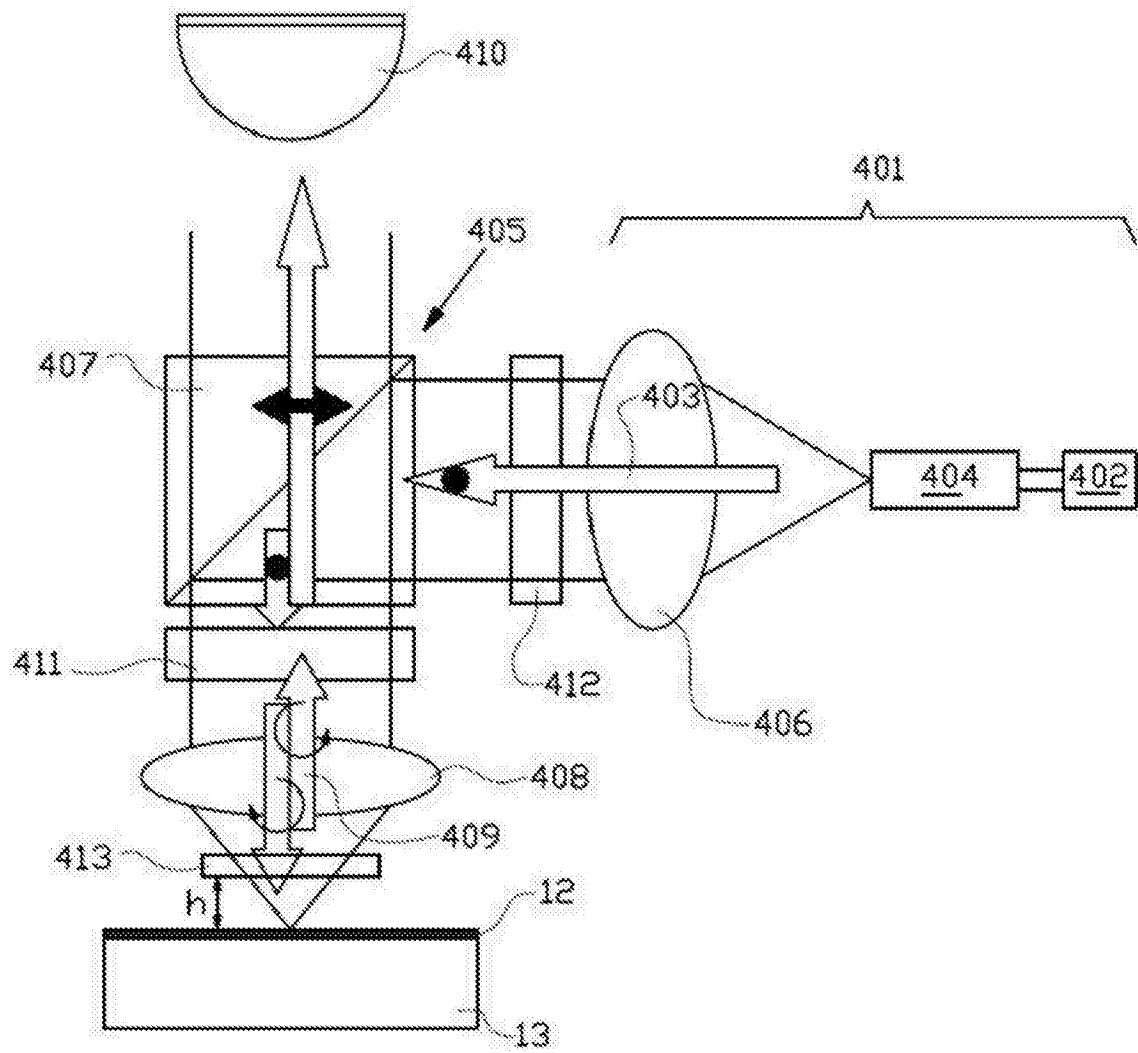


图4

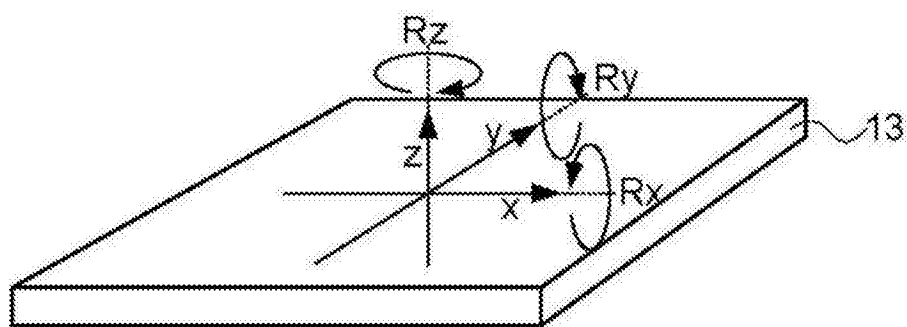


图5

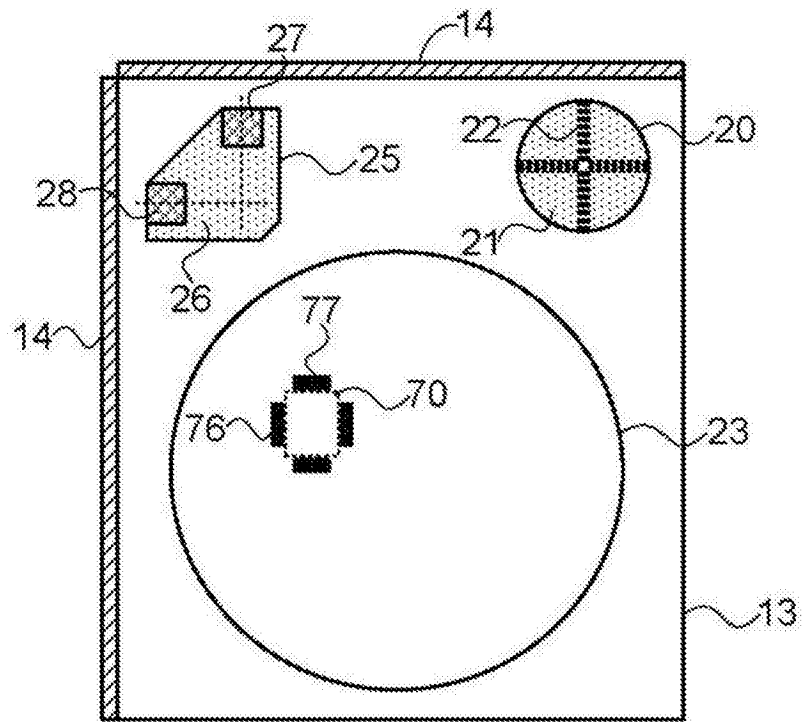


图6A

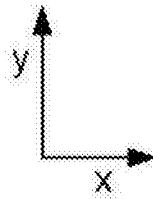


图6B

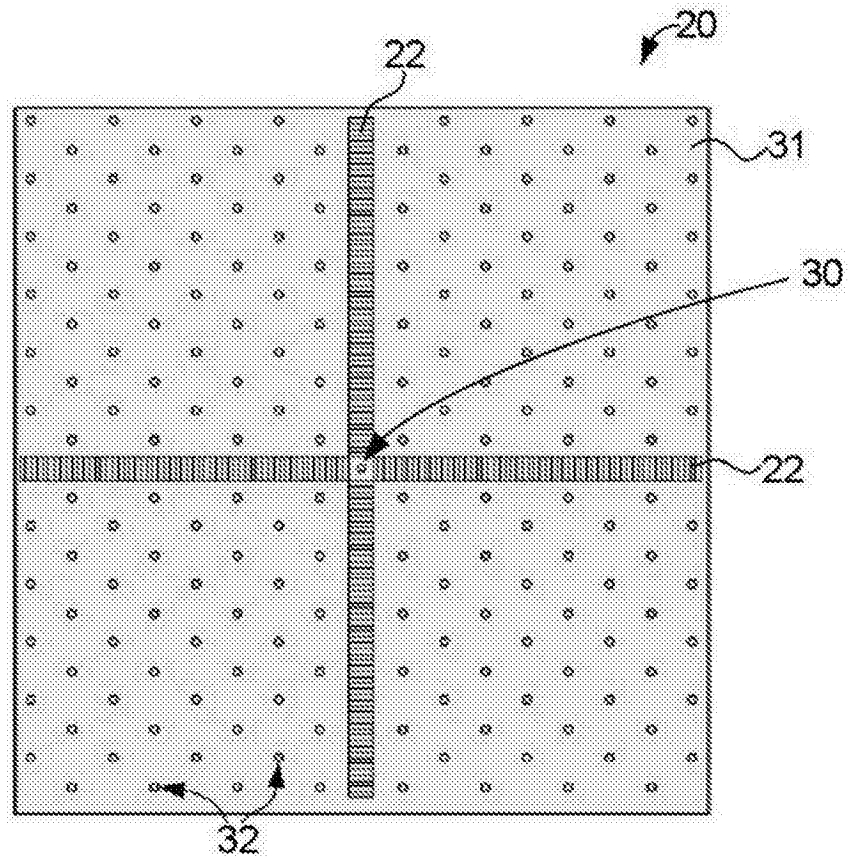


图7

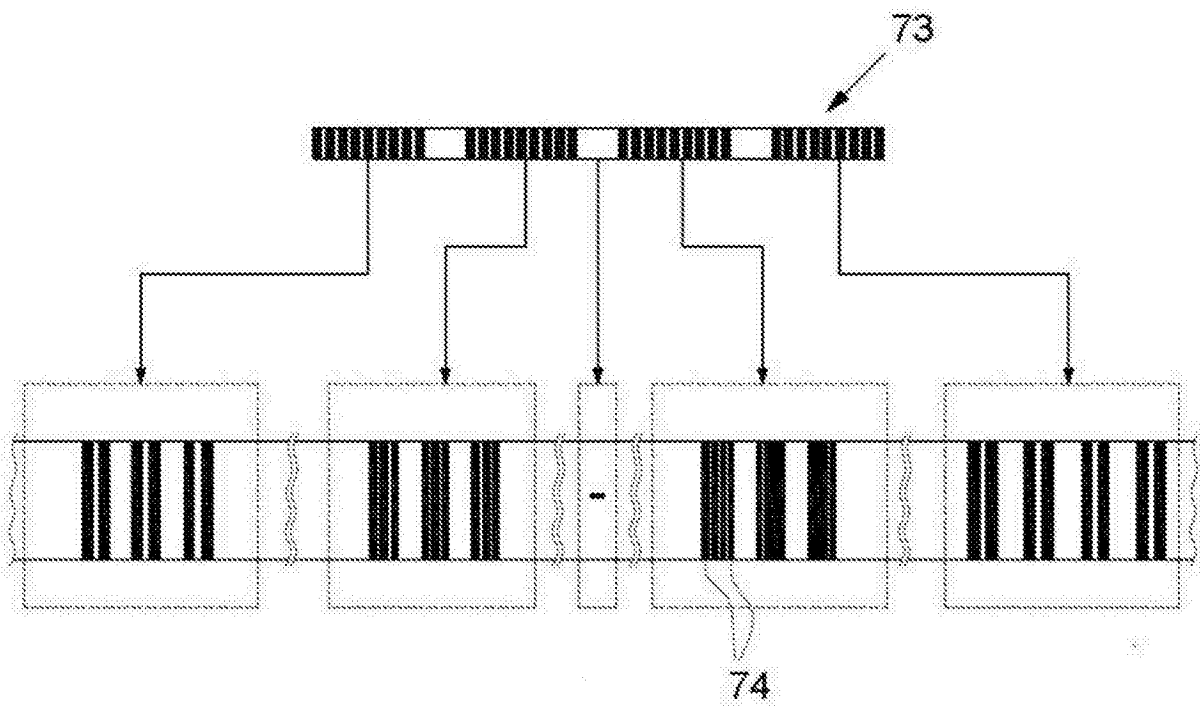


图8

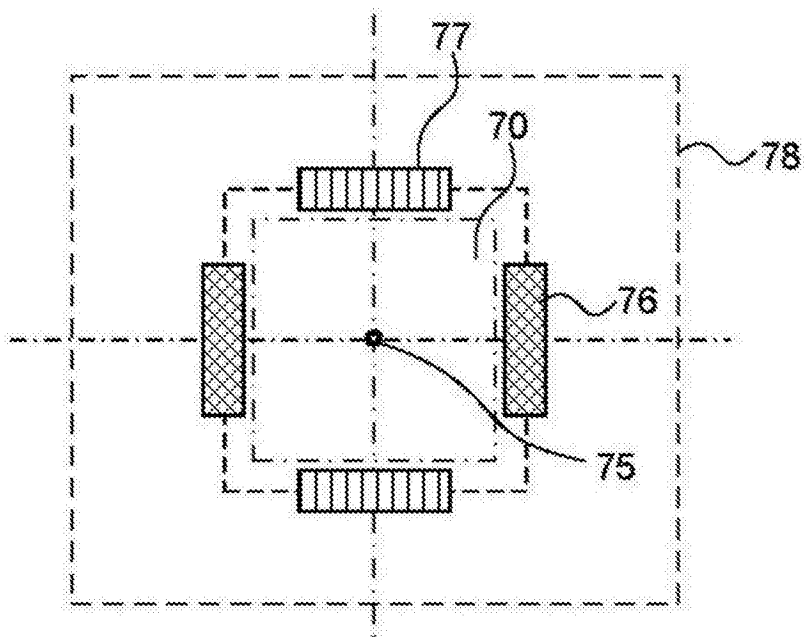


图9

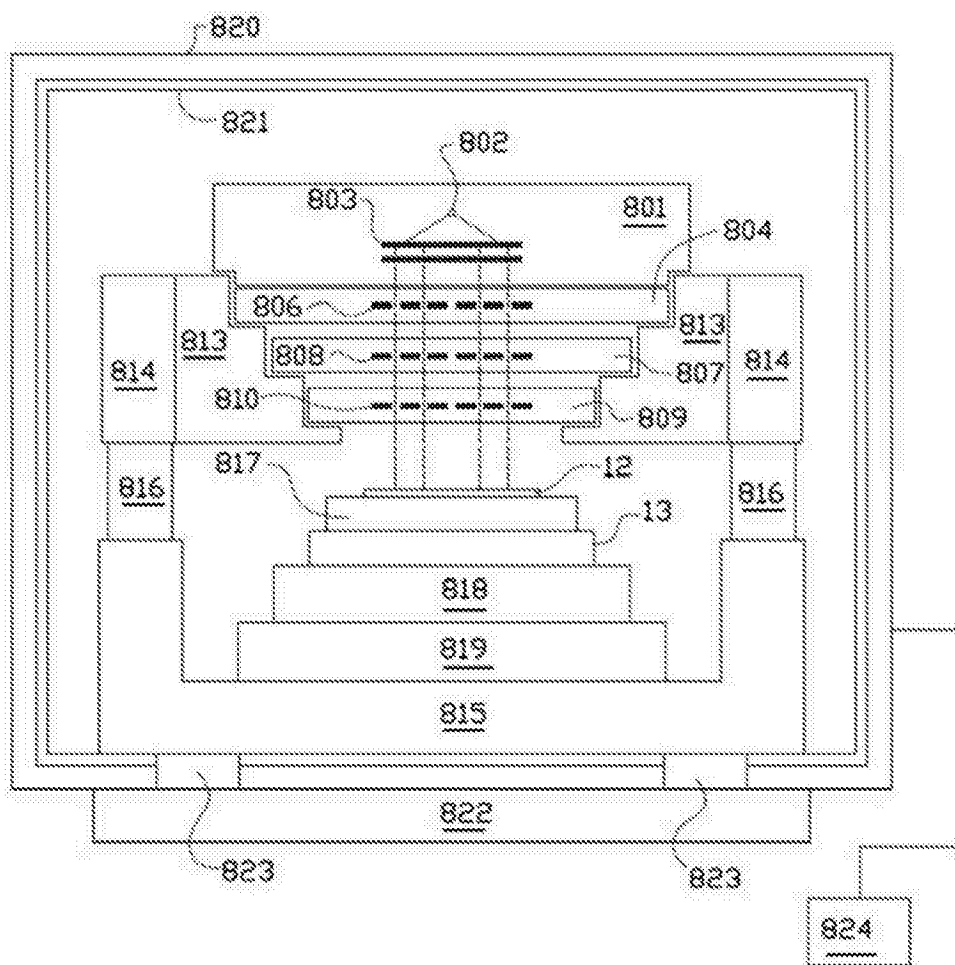


图15

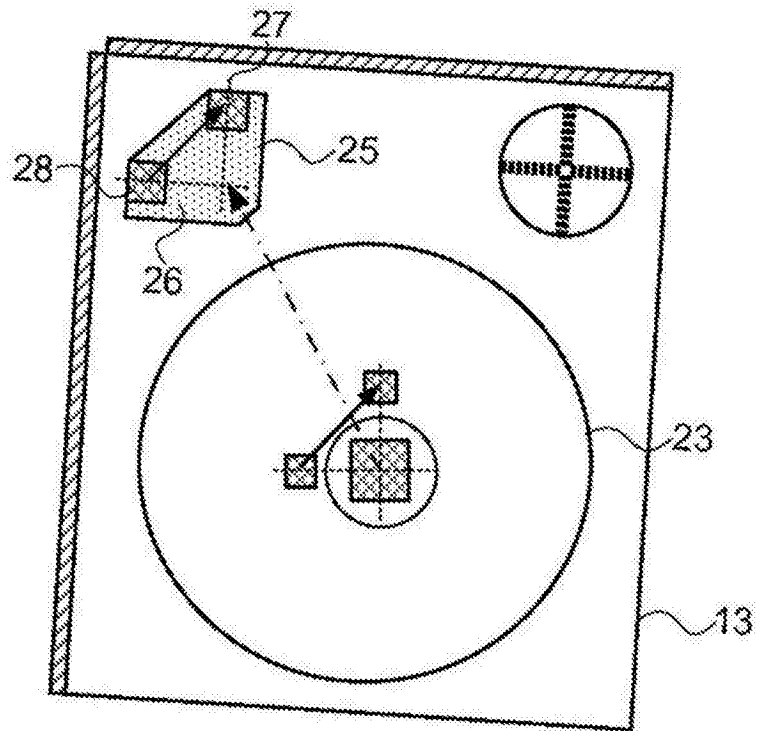


图10A

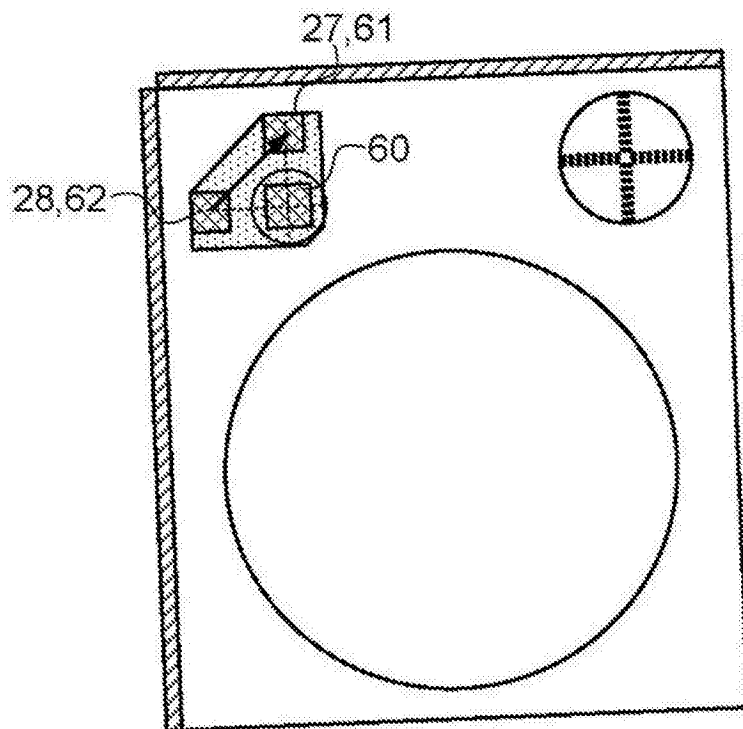


图10B

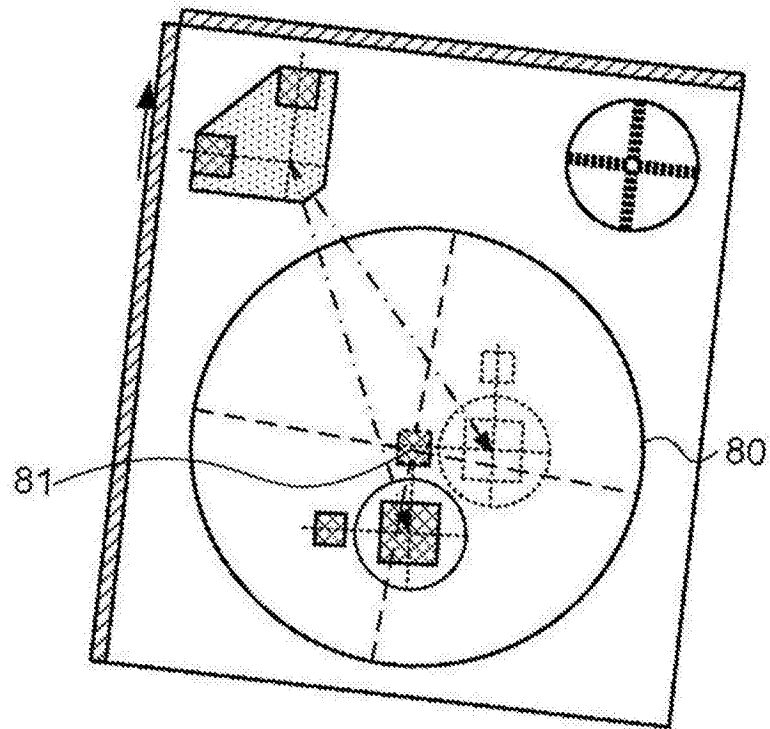


图11

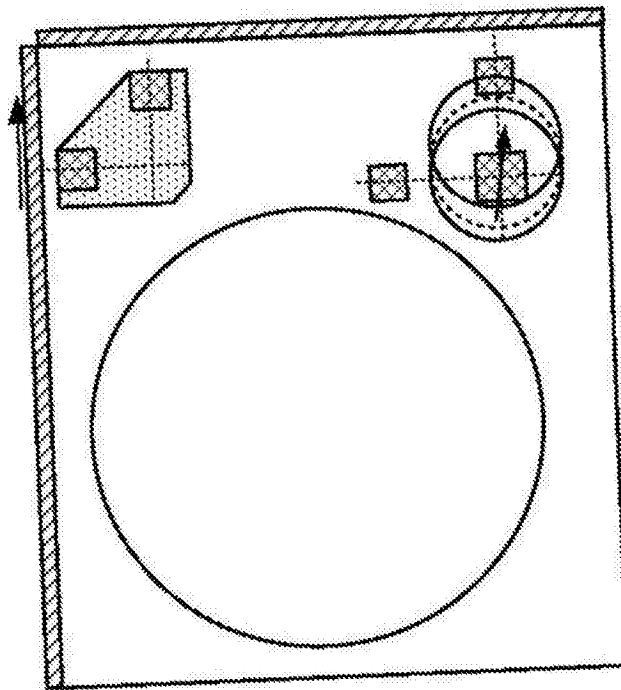


图12A

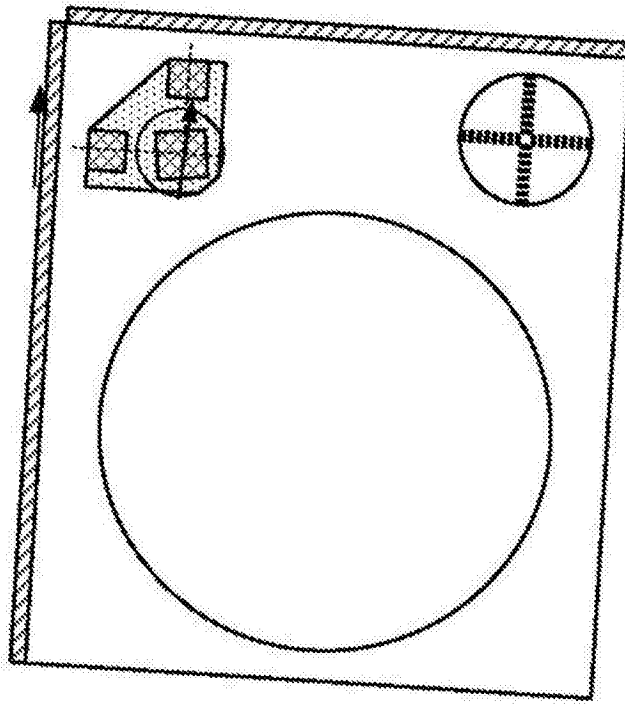


图12B

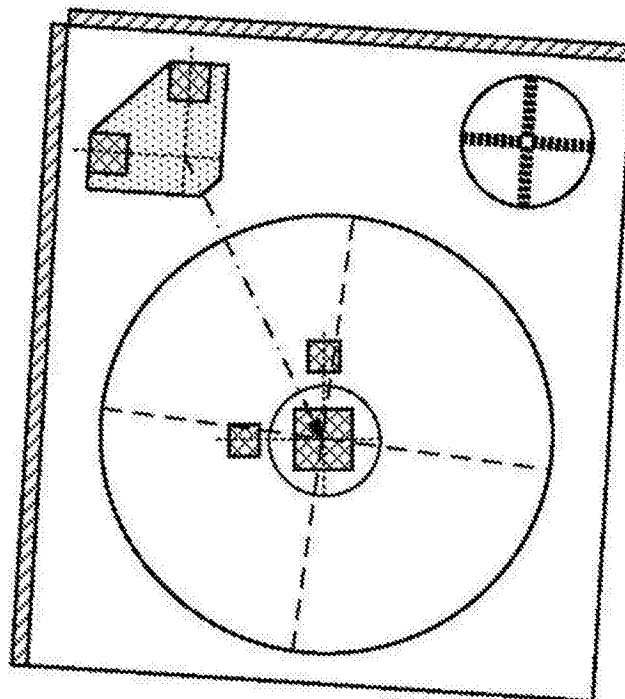


图13A

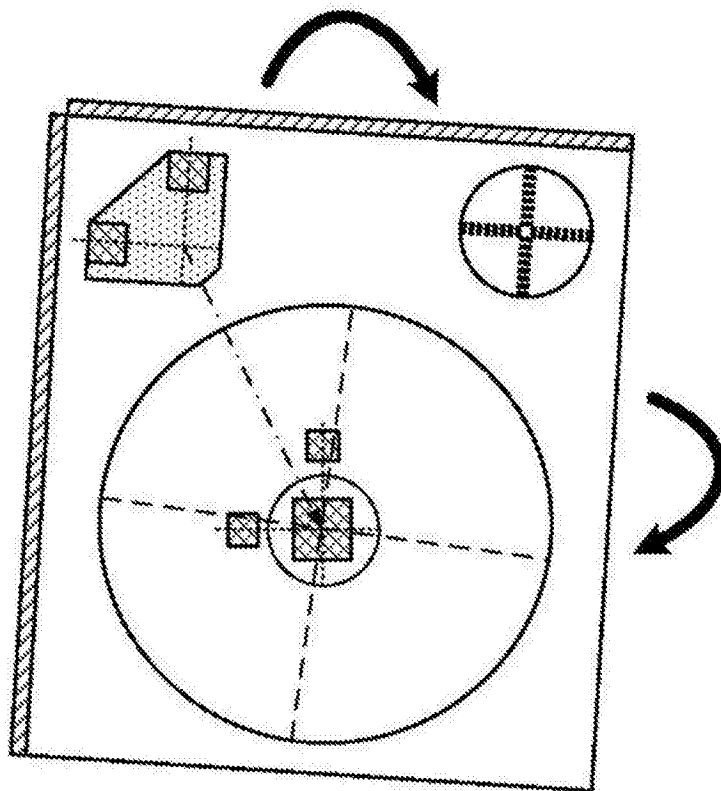


图13B

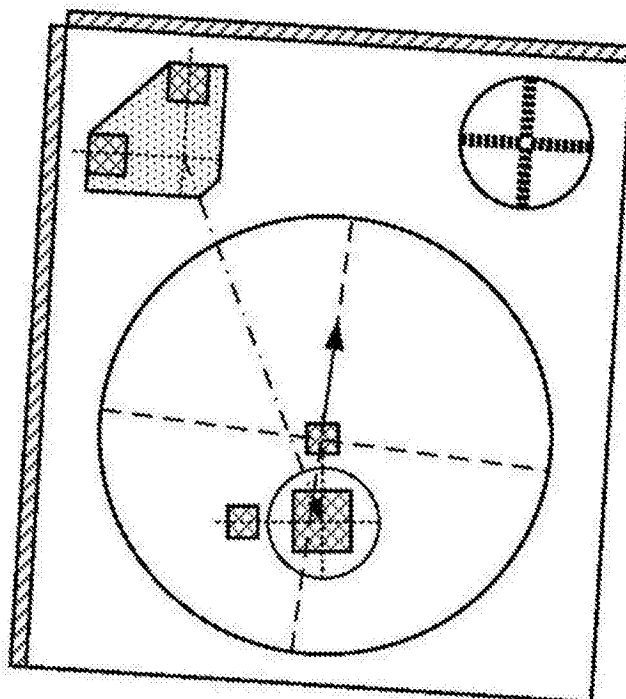


图14A

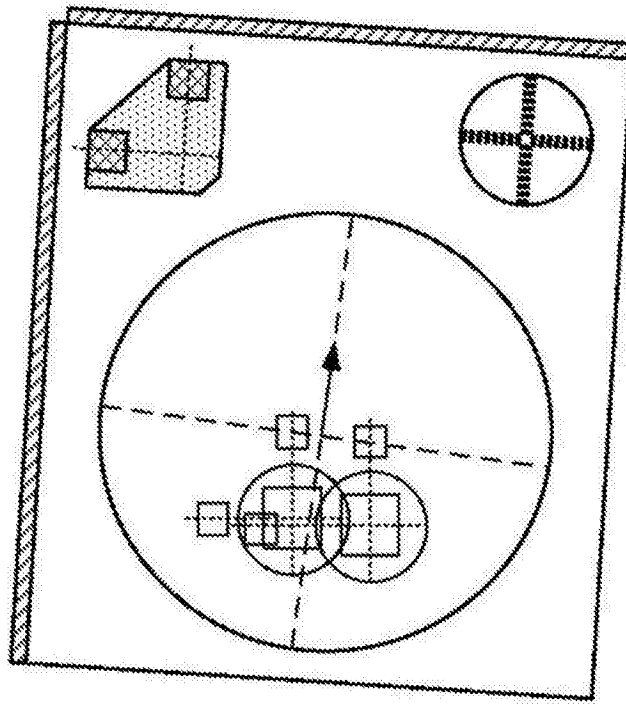


图14B

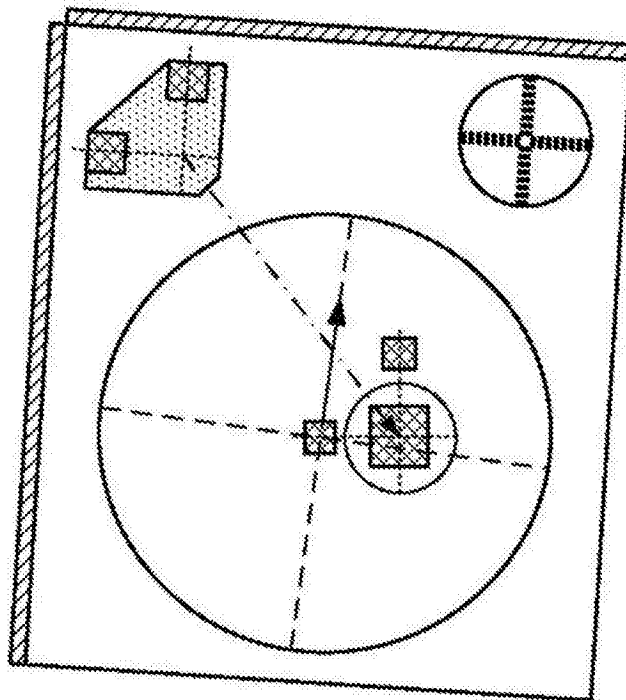


图14C

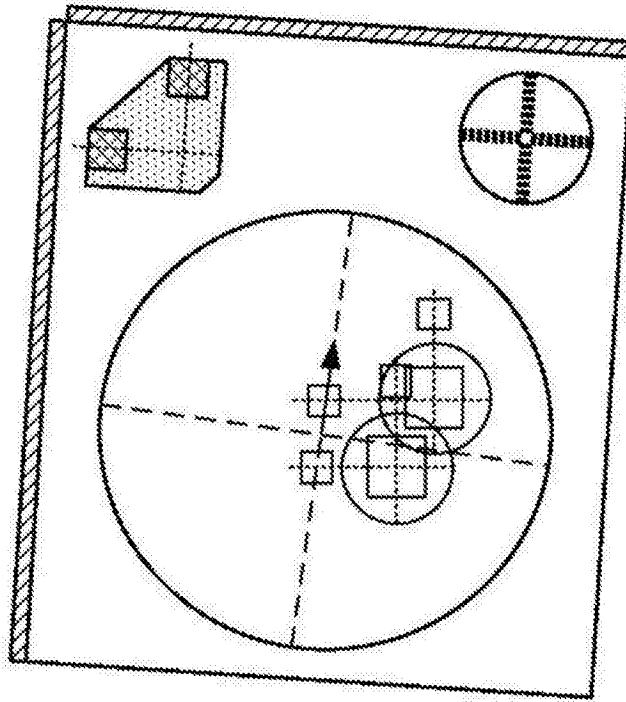


图14D

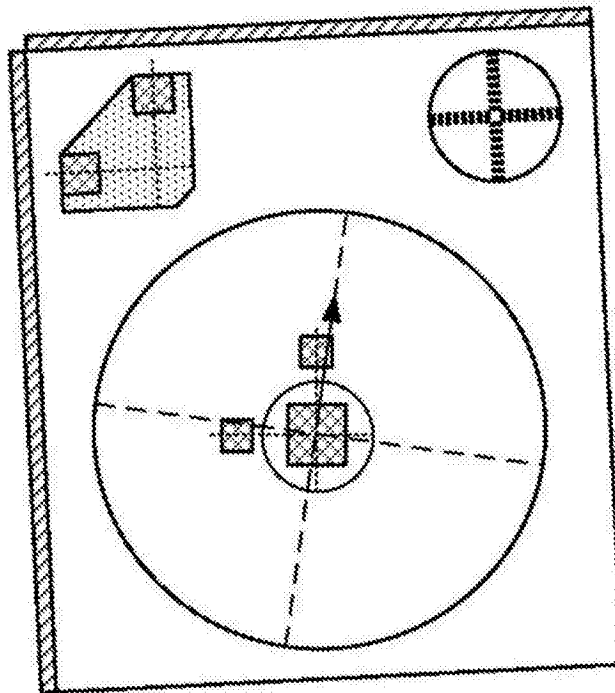


图14E