



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106933071 B

(45)授权公告日 2019.01.29

(21)申请号 201511025469.1

G03F 7/20(2006.01)

(22)申请日 2015.12.30

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106933071 A

CN 103838088 A, 2014.06.04, 说明书第0033-0042段以及附图2.

(43)申请公布日 2017.07.07

US 2006/103827 A1, 2006.05.18, 全文.

(73)专利权人 上海微电子装备(集团)股份有限公司

CN 101226343 A, 2008.07.23, 全文.

地址 201203 上海市浦东新区张东路1525号

审查员 王杰

(72)发明人 唐平玉

(74)专利代理机构 上海思微知识产权代理事务所(普通合伙) 31237

代理人 屈衡 李时云

(51)Int.Cl.

G03F 9/00(2006.01)

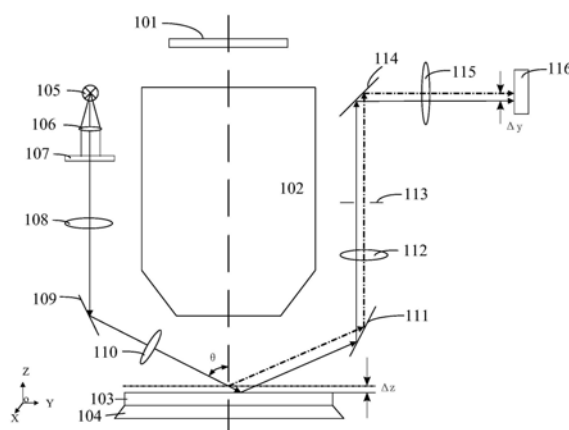
权利要求书2页 说明书8页 附图10页

(54)发明名称

调焦调平装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种调焦调平装置及方法,该装置包括:包括第一照明单元、投影光路、成像光路、探测器及控制端,所述第一照明单元提供测量光束,经所述投影光路后入射至被测工件表面,经所述被测工件表面反射后出射至所述成像光路,之后进入所述探测器成像,所述控制端根据成像信息得到所述被测工件表面的离焦量后,并控制工件台运动,将所述被测工件表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面;所述第一照明单元与投影光路之间设有第一空间光调制器,所述第一空间光调制器上设有多个通光狭缝,所述测量光束经所述第一空间光调制器后形成多个测量光斑。本发明可以有效提高调焦调平装置的工艺适应性与测量精度,提高成品良率。



1. 一种调焦调平装置,包括第一照明单元、投影光路、成像光路、探测器及控制端,所述第一照明单元提供测量光束,经所述投影光路后入射至被测工件表面,经所述被测工件表面反射后出射至所述成像光路,之后进入所述探测器成像,所述控制端根据成像信息得到所述被测工件表面的离焦量后,并控制工件台运动,将所述被测工件表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面;

其特征在于,所述第一照明单元与投影光路之间设有第一空间光调制器,所述第一空间光调制器上设有多个通光狭缝,所述测量光束经所述第一空间光调制器后形成多个测量光斑。

2. 如权利要求1所述的调焦调平装置,其特征在于,所述第一空间光调制器上设有多个测量标记,每组所述测量标记由多个通光狭缝组成,所述第一照明单元包括多组照明组件,每组所述照明组件对应一组所述测量标记。

3. 如权利要求2所述的调焦调平装置,其特征在于,所述装置还包括参考光路,所述参考光路包括第二空间光调制器和第二照明单元,所述第二空间光调制器上设有与所述测量标记一一对应的参考标记,每组所述参考标记由多个通光狭缝组成,每组所述参考标记的中心与同一位置的所述测量标记的中心一致,所述第二照明单元包括多组所述照明组件,每组所述照明组件对应一组所述参考标记,所述照明组件提供照明光束,透过对应的所述参考标记后在所述探测器上成像。

4. 如权利要求3所述的调焦调平装置,其特征在于,所述装置还包括中继放大光路,经过所述成像光路后的光斑和透过所述参考标记后的光斑均经过所述中继放大光路后出射到所述探测器上成像。

5. 如权利要求3所述的调焦调平装置,其特征在于,每组所述参考标记设有多个将对应的所述测量标记包围的通光狭缝。

6. 如权利要求1或3所述的调焦调平装置,其特征在于,所述通光狭缝为光栅形式。

7. 如权利要求1所述的调焦调平装置,其特征在于,所述探测器为CCD或线性阵列CCD。

8. 如权利要求1所述的调焦调平装置,其特征在于,所述投影光路包括投影前组、转向组件及投影后组。

9. 如权利要求1所述的调焦调平装置,其特征在于,所述成像光路包括第一反射组件、探测前组、探测端光阑、第二反射组件及探测后组。

10. 如权利要求2所述的调焦调平装置,其特征在于,所述投影光路包括多组投影端反射组件、投影前组、投影端光阑及投影后组,每组所述投影端反射组件对应一组所述测量标记,将透过所述测量标记的测量光斑反射到所述投影前组上。

11. 如权利要求2所述的调焦调平装置,其特征在于,所述成像光路包括探测前组、探测端光阑、探测后组及多组探测端反射组件,每组所述探测端反射组件对应一组所述测量标记经所述成像光路出射的光斑,并将其反射到所述探测器上。

12. 一种应用于权利要求1~11任意一项所述的调焦调平装置的方法,其特征在于,包括:

步骤1、测量光束透过所述第一空间光调制器上的通光狭缝入射到所述被测工件表面并被反射,反射光成像在所述探测器上;

步骤2、所述控制端判断所述探测器上的成像信息是否完整,若完整则执行步骤4,若不

完整则执行步骤3；

步骤3、所述第一空间光调制器根据所述被测工件表面的沟槽结构特征和位置信息，调节通光狭缝，返回步骤1；

步骤4、所述控制端根据所述成像信息计算所述被测工件表面的离焦量，并控制所述工件台运动，将所述被测工件表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面。

13. 如权利要求12所述的调焦调平装置的方法，其特征在于，所述步骤2具体为，若所述成像信息中各个光斑信息的中心位置与实际中心位置不一致，则所述探测器上的成像信息不完整，执行步骤3。

14. 如权利要求12所述的调焦调平装置的方法，其特征在于，所述步骤3具体为，所述第一空间光调制器获取所述被测工件表面的沟槽结构特征和位置信息，判断所述第一空间光调制器上是否储存有对应的通光狭缝分布数据，若有则调用所述通光狭缝分布数据调节所述通光狭缝，之后返回步骤1；若没有则根据获取的信息调节通光狭缝并保存，之后返回步骤1。

15. 如权利要求12所述的调焦调平装置的方法，其特征在于，所述通光狭缝采用光栅形式。

调焦调平装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及投影光刻领域,特别涉及一种调焦调平装置及方法。

背景技术

[0002] 投影光刻机或称投影光刻设备,是将掩模上的图案通过投影物镜投影到工件表面的装置。在投影光刻设备中,必须有自动调焦调平装置指引工件台将工件表面精确地移动到指定的曝光位置。自动调焦调平装置的自动调焦调平控制功能有多种不同的技术方案,目前较常用的是非接触式光电测量技术。

[0003] 基于图像传感器的光电探测方案是一种比较成熟的非接触式光电测量技术方案,依据标记光斑投影在被测物面上的位置与其被反射后成在探测器(CCD等光电式探测器)上像的位置对应关系,计算出被测物面的离焦量。由于工件表面反射率不一致以及工艺性差异,例如工件中的沟槽、局部大形变,光斑在CCD上所成的像会产生畸变,甚至完全被噪声湮没。

[0004] 很多公司或者机构为解决上述工艺问题提出了不少的解决措施和方法,美国公开了一种预扫描方案,具体为:先计算出曝光区域内多个测量点的光斑测量值的拟合平面,再计算每个光斑与该拟合平面的差值,进行一定的取舍后,部分作为正式曝光时的每个光斑测量值的校正量,从而在一定程度上提高了测量精度,但缺少在某些曝光区域部分甚至全部光斑无效时的处理方法或者存在预设值难以设置以及光斑舍弃过度时无法测量等缺陷。

[0005] 图1为典型的基于图像处理技术调焦调平装置的结构示意图,当被测工件1的上表面位置与投影物镜2的最佳焦平面位置(图中被测工件1上方水平虚线所示)重合时,被测工件1的反射光线路径如图1中虚线所示,透过投影狭缝3的光斑以入射角为 θ 的角度投影到被测工件1表面,被被测工件1表面反射后的光斑经成像光路后成像在光电探测器4上。当被测工件1的上表面位置与投影物镜2最佳焦平面位置的高度偏差为 Δz 时,透过投影狭缝3的光斑在光电探测器4上所成的像在Z向的位置改变量 Δy 为:

$$[0006] \quad \Delta y = 2\beta \cdot \Delta z \cdot \sin\theta \quad (1-1)$$

[0007] 式(1-1)中, β 为成像光路的放大率, θ 为透过投影狭缝3的光斑投影到在被测工件1上的入射角。

[0008] 基于图像处理技术调焦调平装置依据光斑在光电探测器4上的位置变化反算得出被测工件1表面的离焦量,一般采用多光斑测量方案以增大单位被测面积、提高测量精度与效率。下面以多光斑测量方案中某一个光斑、并将该光斑拆分成非对称排列的3个子光斑为例,叙述基于图像处理技术调焦调平装置的测量过程。

[0009] 图2a是投影狭缝3中的狭缝分布示意图,透过投影狭缝的光斑投影到的被测面即被测工件表面,被测面的工艺性良好的时候且处于零位(即传感器的测量零位,也是投影物镜的最佳曝光面),如图2b中所示的虚线(出射),那么经探测端的光路成像到光电探测器上,其对应的信号如图2c中的虚线表示的信号;当被测面有 Δz 的离焦的时候,如图2b中所示的实线(出射),那么对应在光电探测器上的实线所表示的信号,那么三个子光斑在光电

探测器成像的像点的位置变化量分别为 Δy_1 、 Δy_2 、 Δy_3 ，那么对应被测面的光斑的离焦量分别为 Δz_1 、 Δz_2 、 Δz_3 。若被测面仅有离焦现象，那么根据公式 (1-1) 得到离焦量 Δz 为：

[0010]

$$\Delta z = \frac{1}{3} \times (\Delta z_1 + \Delta z_2 + \Delta z_3) = \frac{1}{3} \times \left(\frac{\Delta y_1}{2 \times \beta \times \sin \theta} + \frac{\Delta y_2}{2 \times \beta \times \sin \theta} + \frac{\Delta y_3}{2 \times \beta \times \sin \theta} \right) \quad (1-2)$$

[0011] 若被测面有倾斜，那么可以根据三个子光斑的离焦量 Δz_1 、 Δz_2 、 Δz_3 和对应点之间的间距计算出被测面该处的倾斜量 R_x 、 R_y ，得到离焦量 Δz 、 R_x 、 R_y 后，调焦调平传感器的控制端将信号反馈到工件台，然后由工件台将其调节到误差允许范围内的最佳曝光面，以保证投影物镜的曝光质量。

[0012] 但是，当遇到工艺沟槽密集的沟槽片的时候，如图3a~3d所示。当出现任意2个或者3个子光斑投影到的被测面是图3a或者图3c任意一种情况的时候，那么探测到的信号就会是图3b或图3d的信号形状，得到光电探测器的光斑中心位置信息与光斑的实际中心位置出现偏差，测得的被测面的垂向位置信息不是被测面实际的高度。当遇到这种情况的时候，无论是采取舍弃部分光斑信息拟合平面法、还是采用最小二乘拟合曲线模拟真实物面都是无效的，因为测得的位置信息本身就与实际信息不符，是无效信号。这样的工况下，采用偏移投影光斑位置的方法也会失去效果，因为无论是沿着测量方向正偏移或者负偏移，光斑投影到被测面后会遇到图3a或图3c的情况，都会因有部分信息掉入沟槽中而失效。

发明内容

[0013] 本发明提供一种调焦调平装置及方法，以解决在被测工件局部表面出现密集的工艺沟槽，导致测得的数据不能反映或者不能真实反映被测区域高度测量值的问题。

[0014] 为解决上述技术问题，本发明提供一种调焦调平装置，包括第一照明单元、投影光路、成像光路、探测器及控制端，所述第一照明单元提供测量光束，经所述投影光路后入射至所述被测工件表面，经所述被测工件表面反射后出射至所述成像光路，之后进入所述探测器成像，所述控制端根据成像信息得到所述被测工件表面的离焦量后，并控制所述工件台运动，将所述被测工件表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面；所述第一照明单元与投影光路之间设有第一空间光调制器，所述第一空间光调制器上设有多个通光狭缝，所述测量光束经所述第一空间光调制器后形成多个测量光斑，所述第一空间光调制器可根据所述被测工件表面的沟槽结构特征和位置信息设置通光狭缝，进而调制所述测量光斑的尺寸和位置，使得所述被测工件表面在所述探测器上的成像信息完整。

[0015] 作为优选，所述第一空间光调制器上设有多个测量标记，每组测量标记由多个通光狭缝组成，所述第一照明单元包括多组照明组件，每组所述照明组件对应一组所述测量标记。

[0016] 作为优选，所述装置还包括参考光路，所述参考光路包括第二空间光调制器和第二照明单元，所述第二空间光调制器上设有与所述测量标记一一对应的参考标记，每组所述参考标记由多个通光狭缝组成，每组所述参考标记的中心与同一位置的所述测量标记的中心一致，所述第二照明单元包括多组所述照明组件，每组所述照明组件对应一组所述参考标记，所述照明组件提供照明光束，透过对应的所述参考标记后在所述探测器上成像。

[0017] 作为优选，所述装置还包括中继放大光路，经过所述成像光路后的光斑和透过所

述参考标记后的光斑均经过所述中继放大光路后出射到所述探测器上成像。

[0018] 作为优选,每组所述参考标记设有多个将对应的所述测量标记包围的通光狭缝。

[0019] 作为优选,所述通光狭缝为光栅形式。

[0020] 作为优选,所述探测器为CCD或线性阵列CCD。

[0021] 作为优选,所述投影光路包括投影前组、转向组件及投影后组。

[0022] 作为优选,所述成像光路包括第一反射组件、探测前组、探测端光阑、第二反射组件及探测后组。

[0023] 作为优选,所述投影光路包括多组投影端反射组件、投影前组、投影端光阑及投影后组,每组所述投影端反射组件对应一组所述测量标记,将透过所述测量标记的测量光斑反射到所述投影前组上。

[0024] 作为优选,所述成像光路包括探测前组、探测端光阑、探测后组及多组探测端反射组件,每组所述探测端反射组件对应一组所述测量标记经所述成像光路出射的光斑,并将其反射到所述探测器上。

[0025] 本发明还提供一种调焦调平方法,采用所述的调焦调平装置,用于对工件进行倾斜量和离焦量测量,包括:

[0026] 步骤1、所述照明光束透过所述第一空间光调制器上的通光狭缝入射到所述被测工件表面并被反射,反射光成像在所述探测器上;

[0027] 步骤2、所述控制端判断所述探测器上的成像信息是否完整,若完整则执行步骤4,若不完整则执行步骤3;

[0028] 步骤3、所述第一空间光调制器根据所述被测工件表面的沟槽结构特征和位置信息,调节通光狭缝,返回步骤1;

[0029] 步骤4、所述控制端根据所述成像信息计算所述被测工件表面的离焦量,并控制所述工件台运动,将所述被测工件表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面。

[0030] 作为优选,所述步骤2具体为,若所述成像信息中各个光斑信息的中心位置与实际中心位置不一致,则探测器上的成像信息不完整,即所述被测工件表面离焦,执行步骤3。

[0031] 作为优选,所述步骤3具体为,所述第一空间光调制器获取所述被测工件表面的沟槽结构特征和位置信息,判断所述第一空间光调制器上是否储存有对应的通光狭缝分布数据,若有则调用所述通光狭缝分布数据调节所述通光狭缝,之后返回步骤1;若没有则根据获取的信息调节通光狭缝并保存,之后返回步骤1。

[0032] 作为优选,所述通光狭缝采用光栅形式。

[0033] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0034] 1、减少光斑测量方向上的尺寸可以使调焦调平装置适应沟槽密集的被测工件,提高调焦调平装置的工艺适应性;

[0035] 2、本发明中使用SLM改变投影光斑尺寸与布局的方式,因其是直接在SLM的PC控制端通过软件修改后直接实现的,不会有调节机械组件实现的实现过程,不会对整个结构带来结构上的影响,有利于提高传感器系统结构的稳定性;

[0036] 3、本发明可以减少测量方向上的光斑尺寸,还能减少因被测面反射率不均对光斑能量分布不均的影响,提高信号的信噪比,有利于提高测量精度;

[0037] 4、本发明可以减小光斑测量方向上的尺寸,同时可以增大光斑非测量方向上的尺

寸,可以提高光能量利用率,提高探测器探测信号的信噪比,有利于提高测量精度。

[0038] 5、在被测工件局部表面出现密集的工艺沟槽,导致调焦调平装置测得的数据不能反映或者不能真实反映被测区域高度测量值时,利用空间光调制器改变光斑的尺寸直接避开或者不覆盖有工艺影响的区域,使得光斑不受工艺影响的从而推算出被测区域高度测量值;或改变投影到被测工件表面上的照明或者测量光斑之间的间距或者光斑位置,寻找可完整或部分测量出被测区域高度测量值的替代位置。本发明可有效提高调焦调平装置的工艺适应性与测量精度,提高成品良率。

附图说明

[0039] 图1为现有的基于图像处理技术调焦调平传感器装置的结构示意图;

[0040] 图2a~图2c为现有的基于图像处理技术调焦调平传感器的实现原理示意图;

[0041] 图3a~图3d为预解决的工艺问题的示意图;

[0042] 图4为本发明实施例1中调焦调平装置的结构示意图;

[0043] 图5为本发明实施例1中空间光调制器的结构示意图;

[0044] 图6a~6c为本发明实施例1中改变通光狭缝的尺寸和布局后空间光调制器的结构示意图;

[0045] 图7为本发明实施例1中改变通光狭缝的尺寸后光斑在被测工件上的光路走向示意图;

[0046] 图8a~8c为本发明实施例1中改变通光狭缝的尺寸后探测器探测到的信号变化情况示意图;

[0047] 图9为本发明实施例1中调焦调平方法流程示意图;

[0048] 图10为本发明实施例2中将单个通光狭缝改造为光栅模式的空间光调制器的示意图;

[0049] 图11为图10的A部放大图;

[0050] 图12为本发明实施例2中增加通光狭缝数量后的空间光调制器的示意图;

[0051] 图13为本发明实施例3中调焦调平装置的光路示意图;

[0052] 图14a~14c为本发明实施例3中测量标记与参考标记的布局示意图。

具体实施方式

[0053] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。需说明的是,本发明附图均采用简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0054] 实施例1

[0055] 本实施例的调焦调平装置 (FLS) 如图4所示,其具体包括:照明单元、投影光路、成像光路、探测器116以及控制端,所述照明单元提供测量光束,经所述投影光路后入射至被测工件103表面,经所述被测工件103表面反射后出射至所述成像光路,之后进入所述探测器116成像,所述控制端根据成像信息得到所述被测工件103表面的离焦量后,并控制工件台104运动,将所述被测工件103表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面;所述照明单元与投影光路之间设有空间光调制器107,所述空间光调制器107上设有多个通光狭缝1071,

所述测量光束经所述空间光调制器107后形成多个测量光斑,所述空间光调制器107可根据所述被测工件103表面的沟槽结构特征和位置信息设置通光狭缝1071,进而调制所述测量光斑的尺寸和位置,使得所述被测工件103表面在所述探测器116上的成像信息完整。

[0056] 进一步的,所述空间光调制器107上设有多组测量标记,每组测量标记由多个通光狭缝1071组成,所述照明单元包括多组照明组件,每组所述照明组件对应一组所述测量标记。

[0057] 具体地,所述照明组件用于提供照明光束,包括光源105和准直镜头106。所述光源105采用可见光发光器件,包括白光LED、卤素灯、氙光灯等。

[0058] 所述投影光路包括:投影前组108、转向组件109和投影后组110,用于将所述照明光束投射到曝光系统的工件台104的被测工件103表面。

[0059] 所述成像光路包括多组投影端反射组件111、投影前组112、投影端光阑113、反射组件114及投影后组115,每组所述投影端反射组件111对应一组所述测量标记,将透过所述测量标记的测量光斑反射到所述投影前组112上。

[0060] 所述光源105发出的光束经准直镜头106准直后经所述空间光调制器107后形成多个测量光斑,该测量光斑经所述投影光路以入射角 θ 投影到被测工件103表面,反射光经所述成像光路收集成像到所述探测器116上。

[0061] 进一步的,所述空间光调制器107采用可变光阑或者可动机械光阑。如图5所示,所述可变光阑包括支架H1和支架H1上的显示屏S1,当然,显示屏S1上设置有所述通光狭缝1071。进一步的,所述空间光调制器1071由控制端控制,即通光狭缝1071的位置和通光口径可以通过控制端的驱动软件进行修改。

[0062] 具体地,当被测工件103的工艺特性比较好(表面平坦无沟槽)的时候,本实施例中使用的空间光调制器107上的通光狭缝1071与现有技术中的固定狭缝的作用相同。但当测量密集沟槽工艺的被测工件103时,可以通过减小空间光调制器107上通光狭缝1071在测量方向上的通光口径,如图6a中所示尺寸改为图6b中所示尺寸,但通光狭缝1071的中心间距不变;若有需要,在改变尺寸的同时还可以如图6c所示根据实际情况适当调整通光狭缝1071的中心间距,以适应不同的工艺需求。通过通光狭缝1071的光斑在被测工件103的投影形式如图7所示,在探测器116上的对应成像的信号曲线如图8b和8c所示,8a的信号曲线是图6a所示的通光狭缝1071对应的信号曲线。

[0063] 如图9所示,本发明还提供一种调焦调平方法,具体包括以下步骤:

[0064] 步骤1、所述照明光束透过所述空间光调制器107上的通光狭缝入射到所述被测工件表面并被反射,反射光成像在所述探测器116上;

[0065] 步骤2、所述控制端判断所述探测器116上的成像信息是否完整,若完整即当所述测量光斑的中心位置信息与实际中心位置一致时,则执行步骤4;若不完整即当所述光斑的中心位置信息与实际中心位置存在偏差时,则执行步骤3;

[0066] 步骤3、所述空间光调制器107根据所述被测工件103表面的沟槽结构特征和位置信息,调节通光狭缝1071,返回步骤1;

[0067] 具体地,所述步骤3包括:所述空间光调制器107获取所述被测工件103表面的沟槽结构特征和位置信息,判断所述空间光调制器107上是否储存有对应的通光狭缝1071分布数据,若有则调用所述通光狭缝1071分布数据调节所述通光狭缝1071,之后返回步骤1;若

没有则根据获取的信息调节通光狭缝1071并保存,之后返回步骤1。

[0068] 步骤4、所述控制端根据所述成像信息计算所述被测工件103表面的离焦量,并控制所述工件台104运动,将所述被测工件103表面调节到误差允许范围内的最佳曝光面。

[0069] 所述步骤4具体为:若所述被测工件103存在离焦、倾斜现象,则工件台104调节被测工件103后,曝光系统开始曝光;若所述被测工件103不存在离焦、倾斜现象,则曝光系统直接开始曝光。

[0070] 具体地,当被侧面(即被测工件103表面)处于理想焦面的时候,设此时的位置为 z_0 ,投影光斑最后在探测器116上的像对应的初始位置 y_0 ,其信号如图2c中的虚线表示的信号曲线,当被侧面有 Δz 的离焦的时候,如图4中被测工件103表面的实线表示的位置,对应的信号曲线为图2c中的实线表示的信号曲线,那么其在探测器116的像位置的对应位置关系与初始的位置对应关系为 Δy (三个对应光斑的成像位置偏差为 Δy_1 、 Δy_2 、 Δy_3),那么离焦量 Δz 的计算式:

$$[0071] \quad \Delta z = \frac{\Delta y}{2 \times \beta \times \sin \theta} \quad (1-3)$$

[0072] 当被测工件103有倾斜的时候,与典型的结构的计算方式相同,同理可以得到该处的 R_x 、 R_y 的倾斜量。FLS测量完成后将离焦、倾斜位置信息反馈到工件台104、由工件台104对被测工件103进行校准,然后开始曝光。

[0073] 所述曝光过程为:当被测工件103处于曝光物镜102的最佳焦面时,掩模101上的图形经曝光光照明后经曝光物镜102成像到工件台104上的被测工件103表面,对对应位置的光刻胶进行曝光,然后再经其他一系列的流程后完成光刻流程,由于光刻流程不是本发明重点内容,且为现有技术,此处不再详细叙述。

[0074] 需要说的是,由于在实际应用的时候,针对固定批次的被测工件103,其工艺图形是固定的,也就是说该批次的工件上沟槽的位置信息是已知的,因此在正式测量之前,可以根据被测工件103已知的沟槽的位置信息,控制端的控制软件中编译相应的动态调节光斑分布图形数据进而形成与该被测工件103对应的狭缝分布图像数据,并存储到SLM 107的数据库中待用,测试到具体沟槽的位置时,SLM 107就调用对应的狭缝分布图像数据,这样可以快速地有效地规避被测对象工艺的影响,提高调焦调平装置的测量精度与测试效率。因此,本实施例在进行调焦调平之前,首先确认被测工件103的沟槽的尺寸、位置信息是否是确定的,若是确定的,那么控制端针对该批次被测工件103的沟槽的尺寸、位置信息制作对应的FLS狭缝分布图像数据,并存储到SLM 107的数据库中作为FLS的前置数据备用,FLS在测量该批次被测工件103的时候,当探测器116探测到光斑信号曲线出现类似图3b、3d所示信号曲线,那么控制端就调用之前存储到SLM 107数据库中对应的狭缝分布图像数据,并对显示屏S1上的通光狭缝1071进行调节/切换。

[0075] 本实施例的调焦调平装置及方法主要是在出现密集沟槽的被测工件103表面、部分或全部测量光斑不能测得完整的被测区域高度测量值时,利用SLM 107改变光斑尺寸的方式以适应密集沟槽,精确快速地对有密集沟槽被测工件103的测量。本实施例可以对TSV等恶劣的工艺片进行测量,当然也同样适用于大视场多点测量的调焦调平系统。

[0076] 实施例2

[0077] 本实施例与实施例1的区别点在于,本实施例中,空间光调制器107为光栅模式,所

述光栅模式可以如图10、11所示,将其中单个通光狭缝1071改为光栅模式,也可以如图12所示将若干通光狭缝组成光栅。如此,当空间光调制器中部分光栅光斑失效的情况下,还有部分其他部分的光栅不至于失效。此外,在不改变光路结构的情况下,可以根据实际、不同工况对测量精度的需求指标不同,通过空间光调制器107增加测量量子光斑的数目,如图10、11、12所示,图中的光斑数目仅是相对3个光斑数量的区别,实际工况根据需要增加更多或者减少。探测器只需选取中心位置信息与实际中心位置一致的子光斑,判断所述被测工件是否存在离焦、倾斜现象,反馈至工件台即可。

[0078] 实施例3

[0079] 本实施例与实施例1和2的区别点在于,本实施例适用于大视场多点测量的调焦调平系统,同时还可以消弱探测器受温漂的影响,提高传感器的测量精度。

[0080] 如图13所示,本实施例的调焦调平装置除包括与实施例1结构相同的第一照明单元E1、第一空间光调制器107、投影光路E2和探测光路E3外,还包括参考光路,所述参考光路包括第二空间光调制器107' 和第二照明单元E1', 所述第二空间光调制器107' 设置在所述第二照明单元E1' 与探测光路E3之间,所述第二空间光调制器107' 上设有与所述测量标记107a一一对应的参考标记107b,每组所述参考标记107b由多个通光狭缝组成,每组所述参考标记107b的中心与同一位置的所述测量标记107a的中心一致。与第一照明单元E1相同,所述第二照明单元E1' 包括多组所述照明组件,每组所述照明组件对应一组所述参考标记107b,所述照明组件提供照明光束,透过对应的所述参考标记107b后在所述探测器上成像。

[0081] 本实施例在所述第二照明单元E1' 与探测光路E3之间增加参考标记107b,可以削弱探测器受环境温漂的影响。参考标记107b装调完成,其相对整个系统的位置关系是长期稳定的,且参考标记107b光束无须经过被测工艺片,不会有工艺的影响,当探测器没有收到环境温漂影响时,参考标记107b在探测器靶面上的成像位置是固定的,可以设为参考标记107b的理论成像位置;当探测器收到环境温漂影响时,参考标记107b在探测器靶面上的成像位置相对其理论成像位置有一定的偏移,利用该偏移量可以标定探测器因受环境温漂影响对传感器测量精度的影响量,这样就可以削弱或者消除因探测器受环境温漂而给传感器带来的不利影响,从而提高传感器的测量精度。

[0082] 进一步的,所述测量标记107a和参考标记107b分别由第一、第二SLM107、107' 控制来实现,其中测量标记107a分布如图14a所示,参考标记107b分布如图14b所示,且测量标记107a与参考标记107b是一一对应的,图14c是将测量标记107a和参考标记107b放在同一个坐标下的布局示意图,如图14a中标号为01~05测量标记107a与图14b中标号01~05是按照从小到大的顺序相互对应的,每个标记在各自所在的空间光调制器中的位置关系是在设计完成时确定。应用的时候根据每批次工艺片的工艺情况,通过控制端将需要变更尺寸或者位置的标记创建对应的图形标记(包括测量标记107a和对应的参考标记107b)数据,并存储在相应的数据库中,以便在后续遇到对应的工艺情况随时调用。

[0083] 那么为了实现同时对两种标记进行测量,本实施例还增设有中继放大光路E4,所述中继放大光路E4用于对测量标记107a和参考标记107b同时进行探测。需要说明的是,图13的虚线框中的两个图形是中继放大光路E4的两个互相垂直视角的示意图。

[0084] 本实施例中,图14a的测量标记107a中每组(01~05共五组,五组仅是示意,可以更多)标记均包括3个狭缝标记(3个狭缝仅是示意,可以更多),对应图14b中的每组(01~05,

组数与测量标记107a对应) 参考标记107b包括2个狭缝标记,图14a、14b中的标记组合在一起后如图14c所示。测量标记107a经第一照明单元E1中与之对应照明组件照明后,投影标记光斑先被投影光路E2投影到被测工艺片上,然后被探测光路E3收集,最后经中继放大光路E4成像到探测器上,所述探测器一般为CCD或线阵列CCD,即LCCD,也可以采用其他类似的探测器;对应的参考标记107b被第二照明单元E1' 中与之对应的照明组件照明后直接经中继放大光路E4成像到探测器上,当然其与组号相同的测量标记107a成像到同一个LCCD上,即测量标记107a与参考标记107b共用一个探测器,后续经后端信号处理后完成测量。

[0085] 综上,本发明具有以下优点:

[0086] 1、减少光斑测量方向上的尺寸可以使调焦调平装置适应沟槽密集的被测工件103,提高调焦调平装置的工艺适应性;

[0087] 2、本发明中使用SLM 107改变投影光斑尺寸与布局的方式,因其是直接在SLM 107的PC控制端通过软件修改后直接实现的,不会有调节机械组件实现的实现过程,不会对整个结构带来结构上的影响,有利于提高传感器系统结构的稳定性;

[0088] 3、本发明可以减少测量方向上的光斑尺寸,还能减少因被测面反射率不均对光斑能量分布不均的影响,提高信号的信噪比,有利于提高测量精度;

[0089] 4、本发明可以减小光斑测量方向上的尺寸,同时可以增大光斑非测量方向上的尺寸,可以提高光能量利用率,提高探测器116探测信号的信噪比,有利于提高测量精度。

[0090] 5、在被测工件局部表面出现密集的工艺沟槽,导致调焦调平装置测得的数据不能反映或者不能真实反映被测区域高度测量值时,利用空间光调制器107改变光斑的尺寸直接避开或者不覆盖有工艺影响的区域,使得光斑不受工艺影响的从而推算出被测区域高度测量值;或改变投影到被测工件103表面上的照明或者测量光斑之间的间距或者光斑位置,寻找可完整或部分测量出被测区域高度测量值的替代位置。本发明可有效提高调焦调平装置的工艺适应性与测量精度,提高成品良率。

[0091] 显然,本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

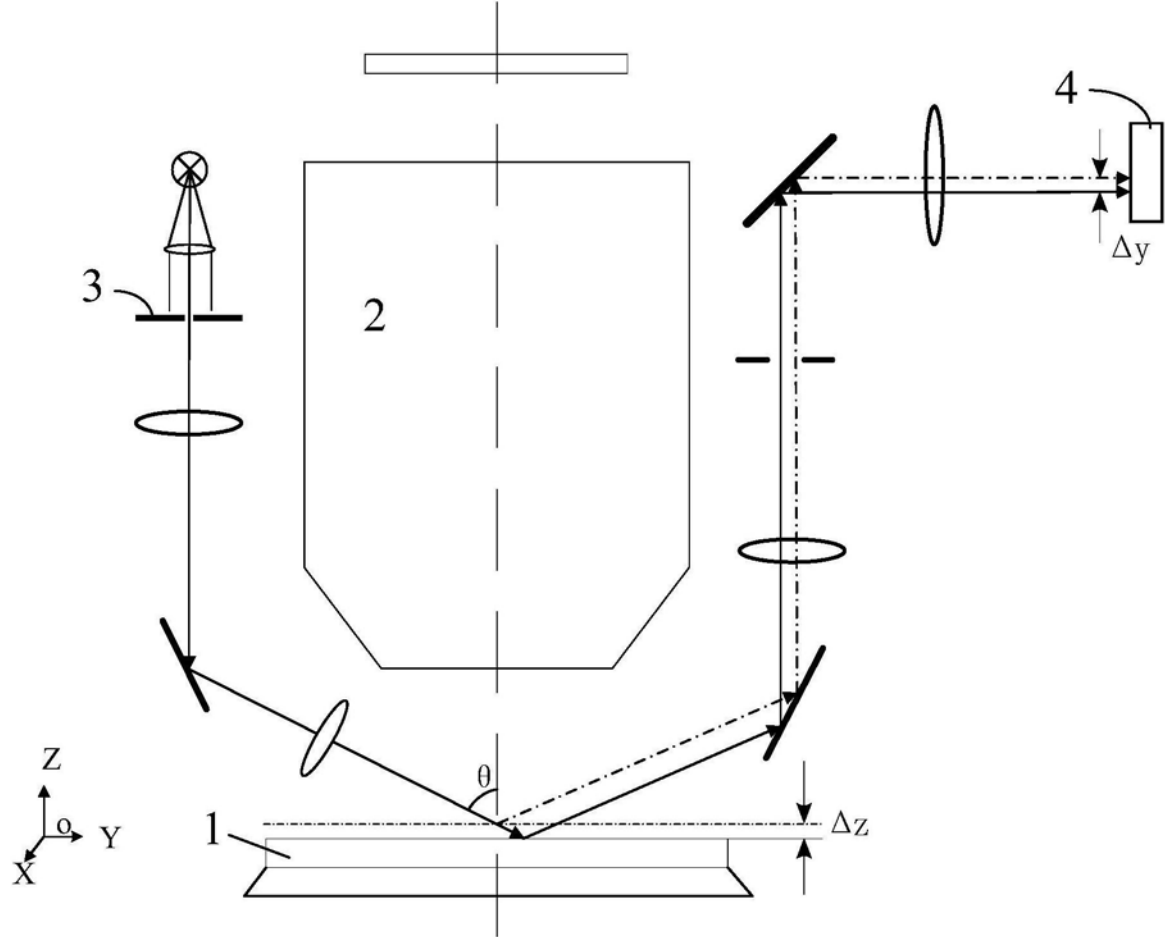


图1

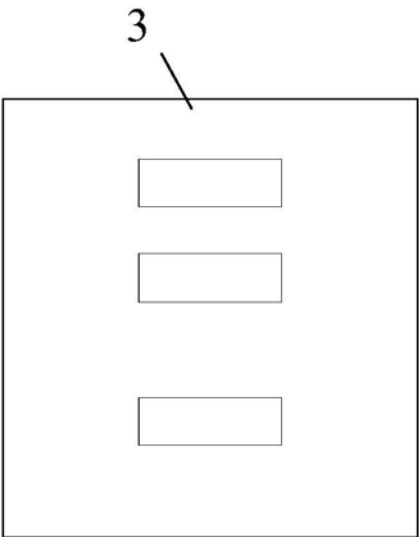


图2a

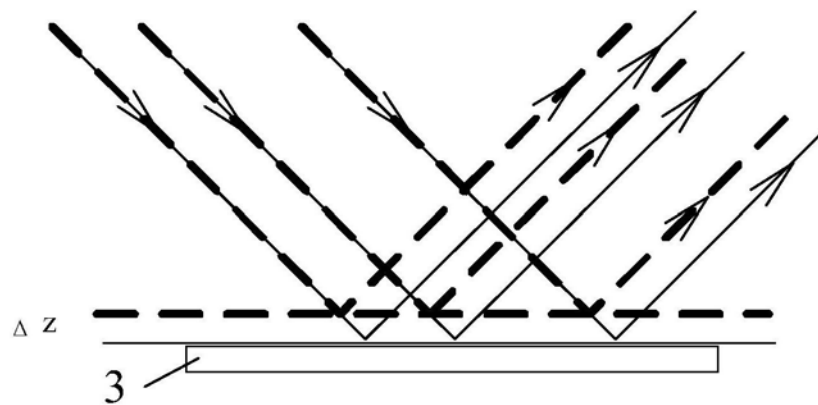


图2b

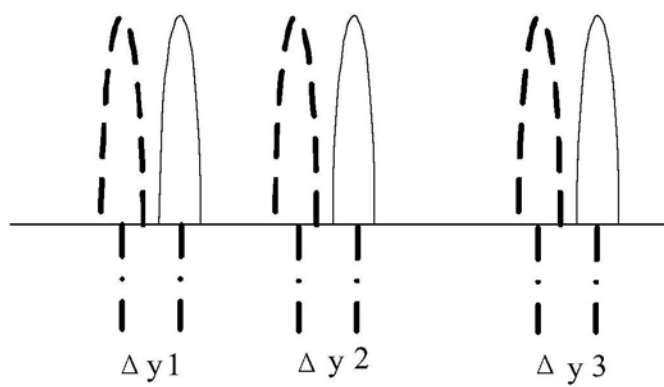


图2c

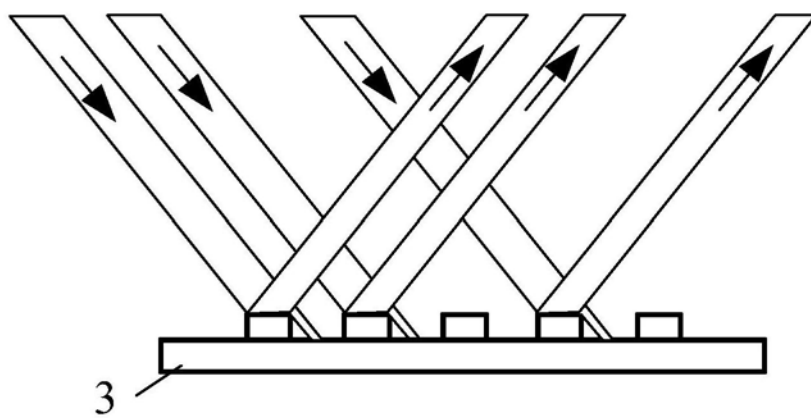


图3a

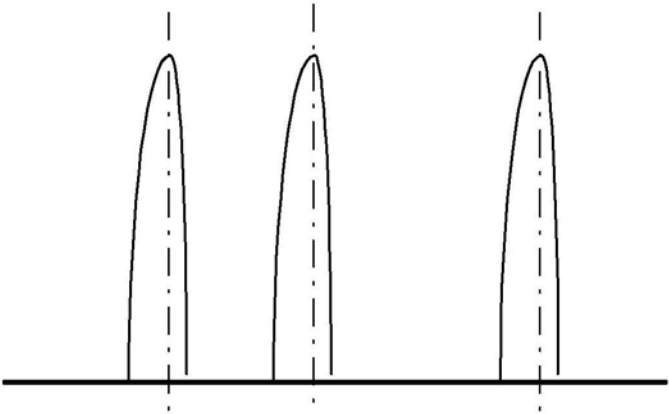


图3b

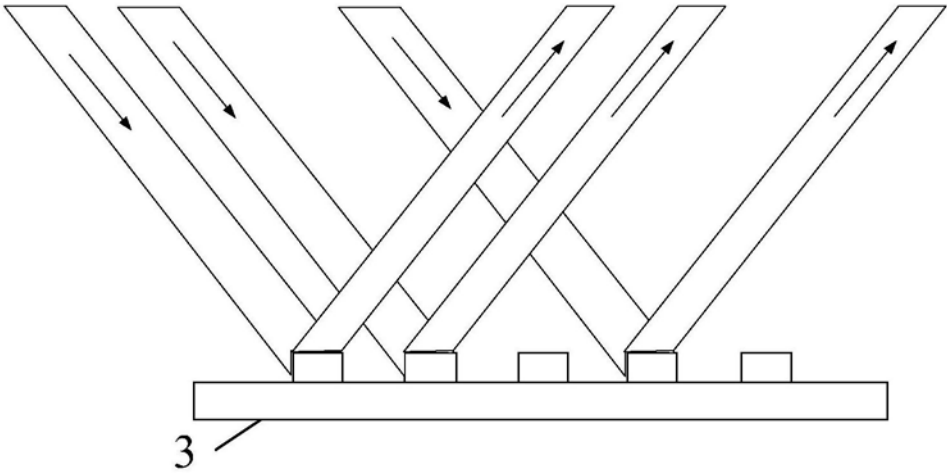


图3c

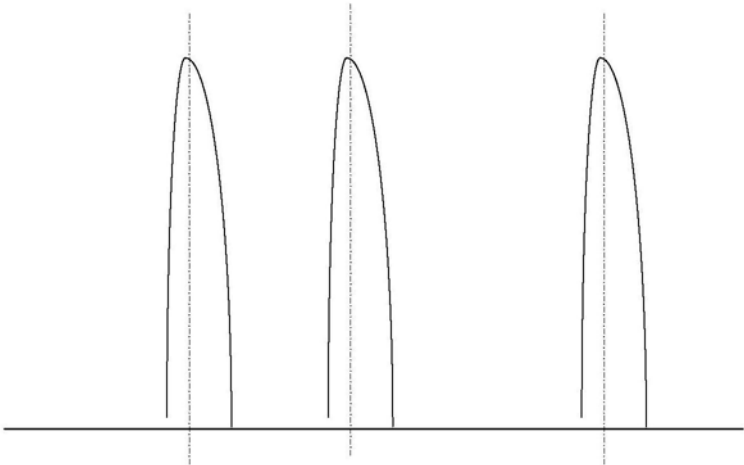


图3d

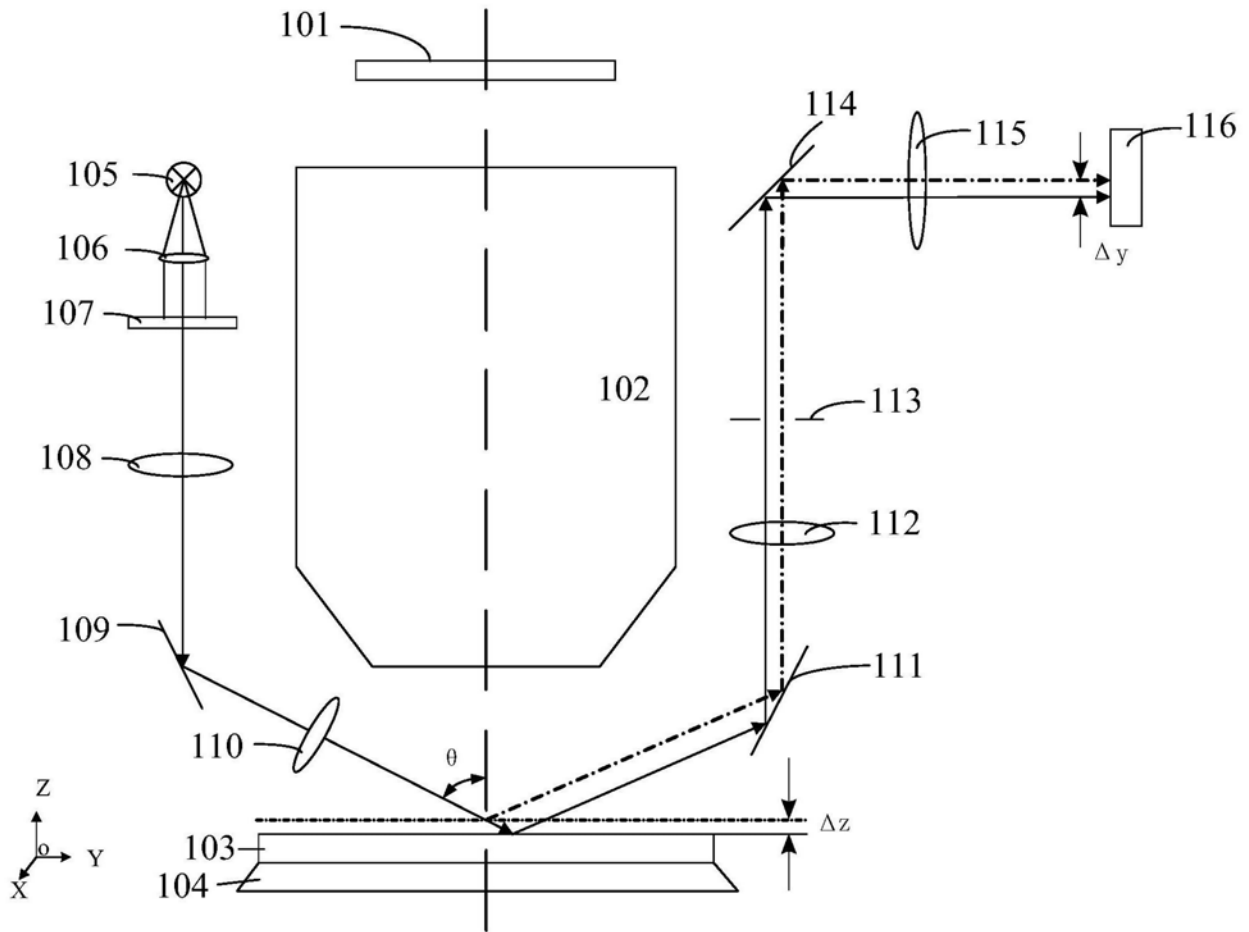


图4

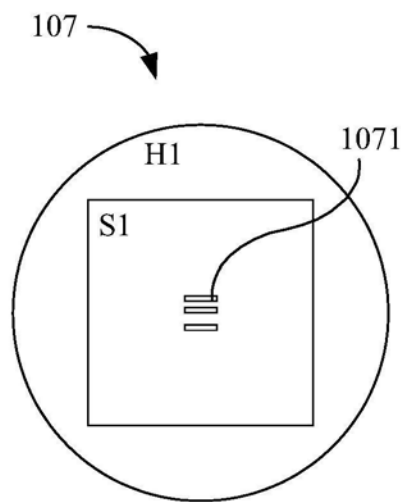


图5

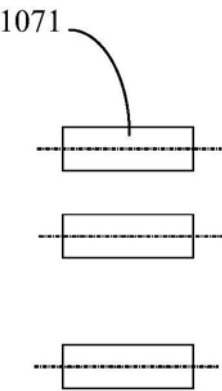


图6a

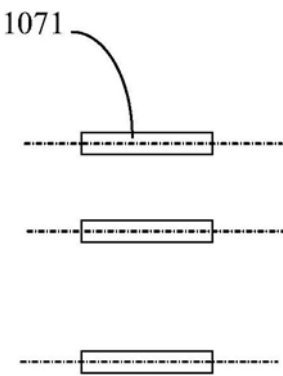


图6b

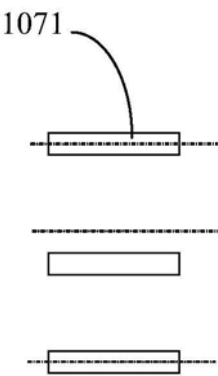


图6c

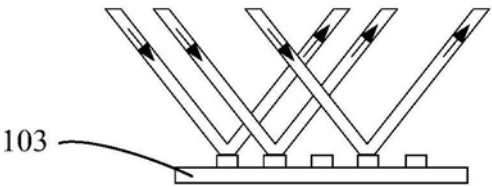


图7

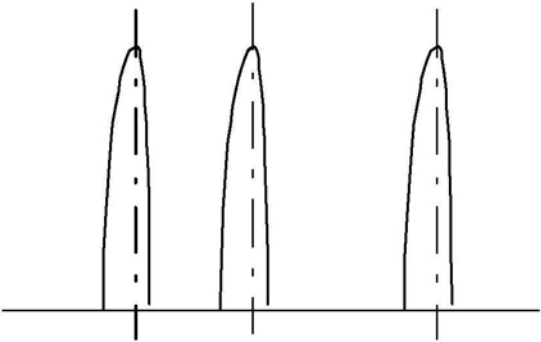


图8a

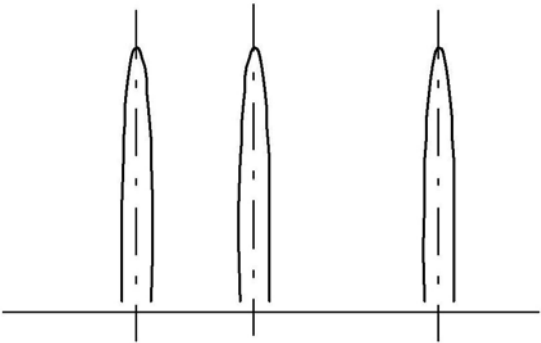


图8b

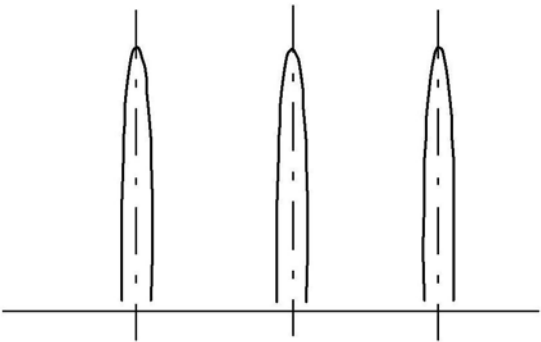


图8c

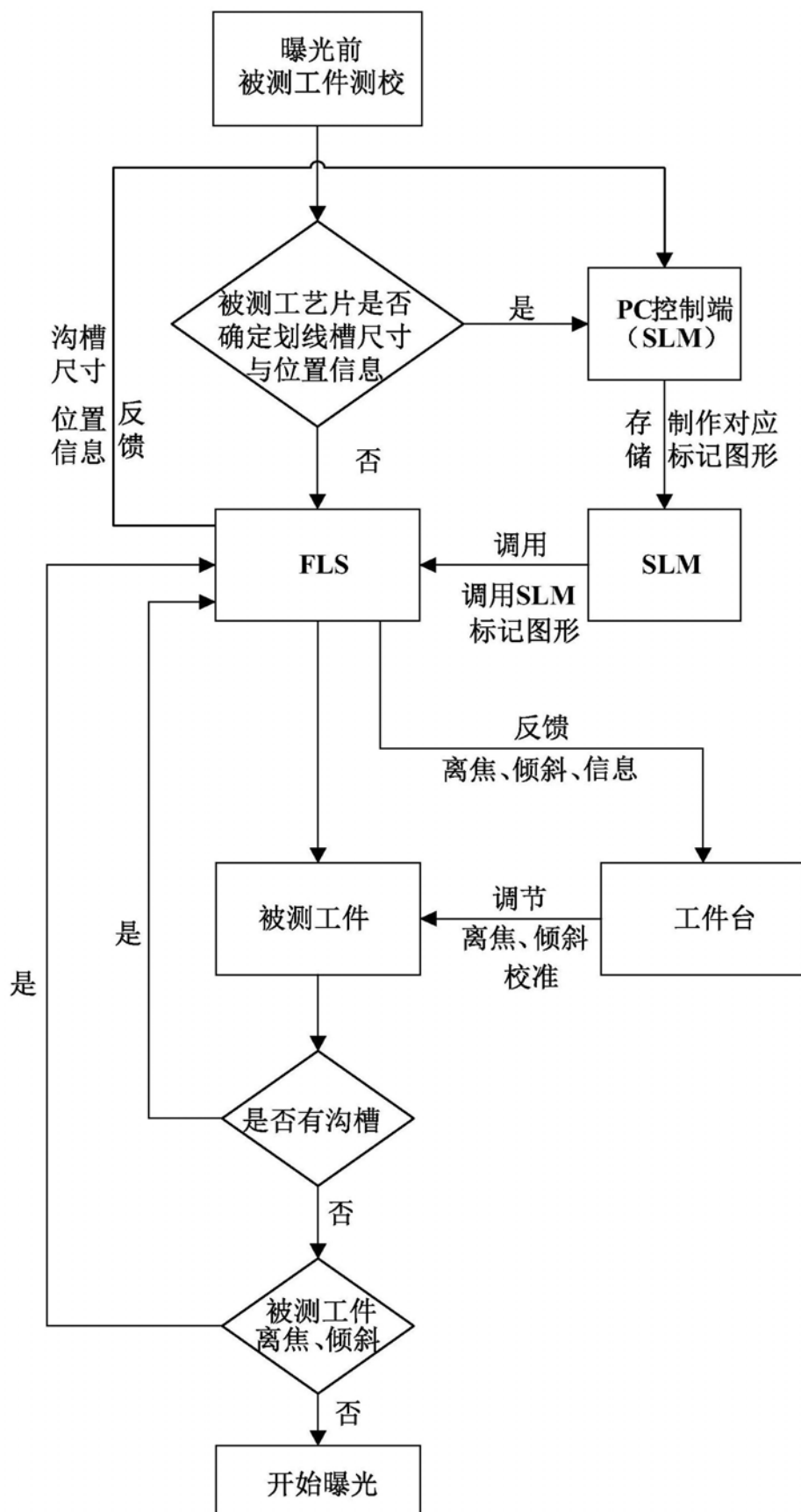


图9

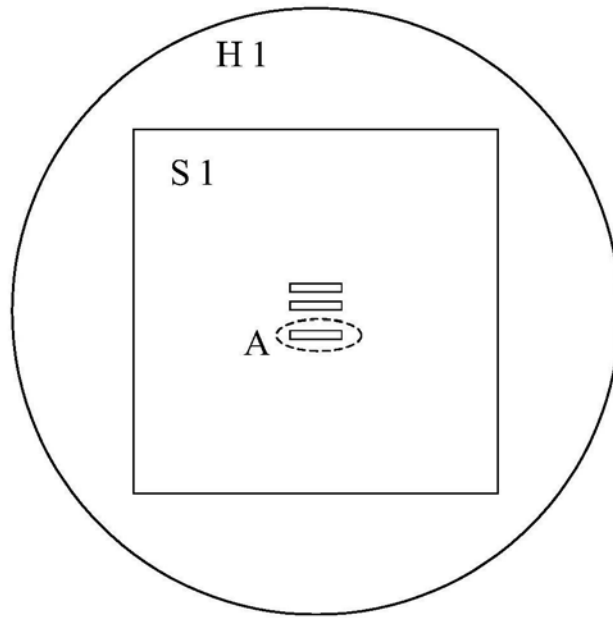


图10

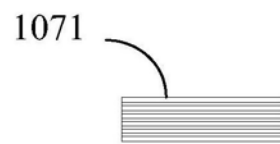


图11

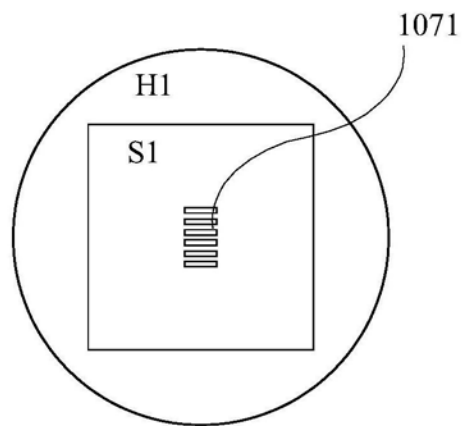


图12

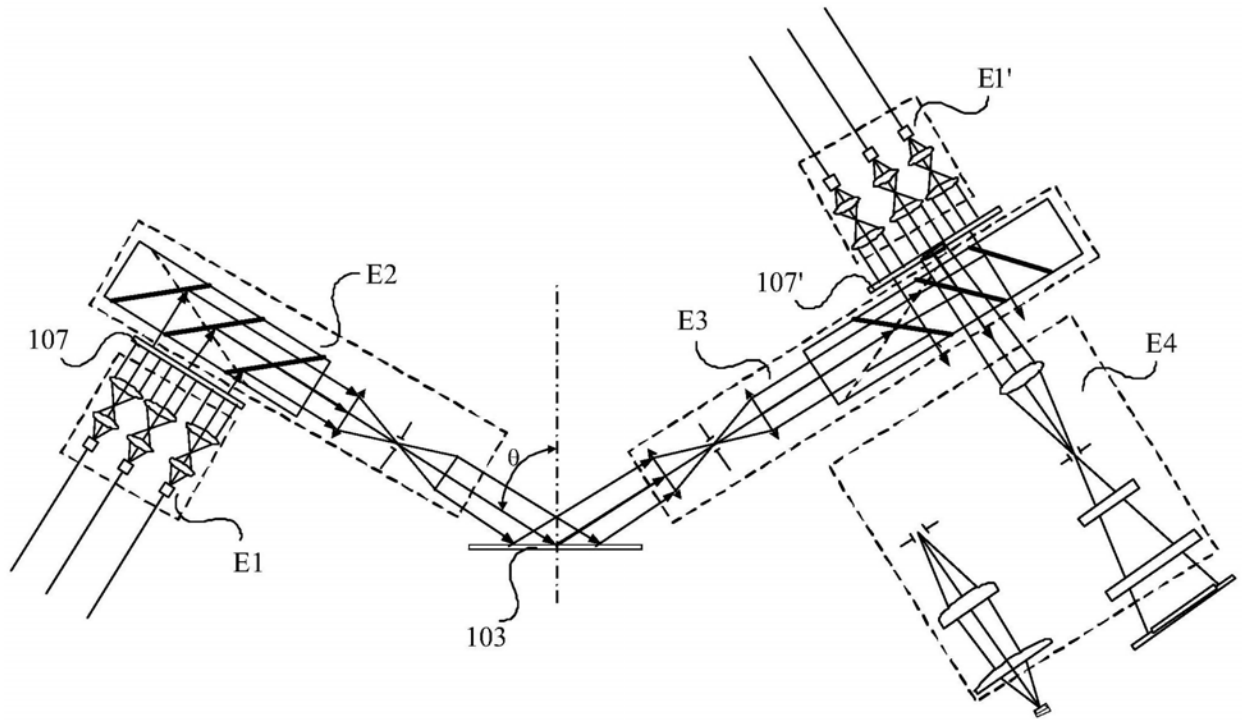


图13

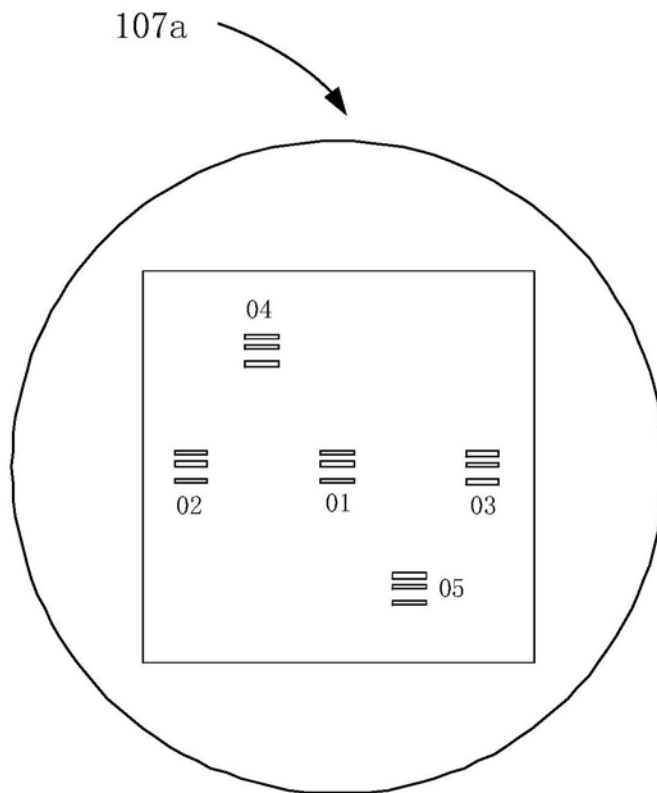


图14a

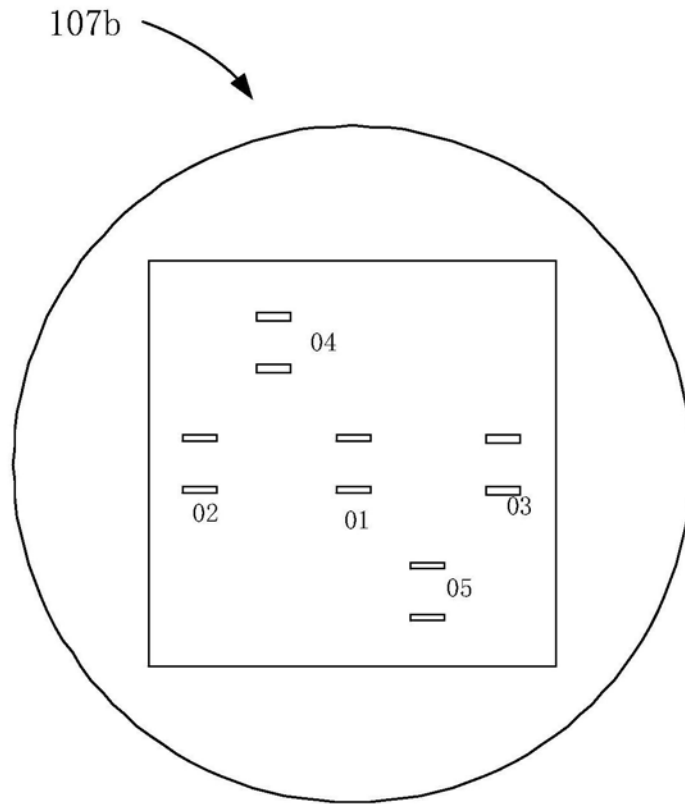


图14b

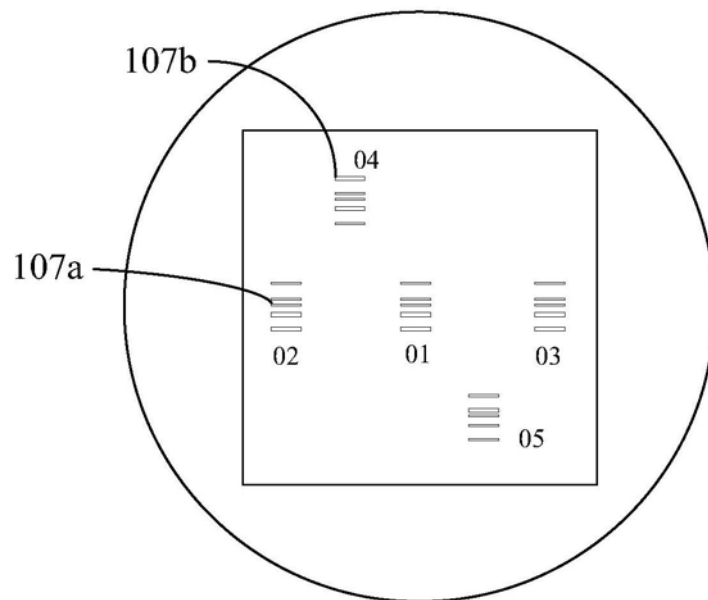


图14c