



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113632196 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 23

(21) 申请号 202080024585.4  
 (22) 申请日 2020.03.06  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 113632196 A  
 (43) 申请公布日 2021.11.09  
 (30) 优先权数据  
 62/824,954 2019.03.27 US  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2021.09.26  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/EP2020/055959 2020.03.06  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02020/193102 EN 2020.10.01

(72) 发明人 席庆坡 胡学让 刘学东 任伟明 陈仲玮

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256  
专利代理师 赵林琳 李春辉

(51) Int.Cl.  
 H01J 37/05 (2006.01)  
 H01J 37/147 (2006.01)  
 H01J 37/28 (2006.01)

(56) 对比文件  
 CN 101103417 A, 2008.01.09  
 JP 2012003902 A, 2012.01.05

审查员 丁钰丰

(73) 专利权人 ASML荷兰有限公司  
地址 荷兰维德霍温

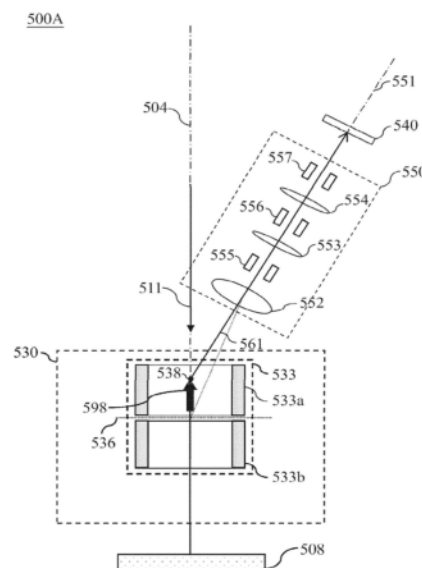
权利要求书2页 说明书14页 附图9页

## (54) 发明名称

用于多射束检查装置中的次级射束的对准的系统和方法

## (57) 摘要

公开了一种包括可调射束分离器的多射束检查装置。可调射束分离器被配置为改变次级粒子射束的路径。可调射束分离器包括第一维恩过滤器和第二维恩过滤器。两个维恩过滤器都与初级光学轴线对准。第一维恩过滤器和第二维恩过滤器是分别经由第一激励输入和第二激励输入而独立可控的。可调射束分离器被配置为基于第一激励输入和第二激励输入，沿着初级光学轴线来移动可调射束分离器的有效弯曲点。



1. 一种可调带电粒子射束分离器,被配置为在有效弯曲点处改变次级粒子射束的路径,所述可调带电粒子射束分离器包括:

第一维恩过滤器,与初级光学轴线对准,其中所述第一维恩过滤器是经由第一激励输入而独立可控的;以及

第二维恩过滤器,与所述初级光学轴线对准,其中所述第二维恩过滤器是经由第二激励输入而独立可控的,以及

其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:基于次级投影系统相对于所述可调带电粒子射束分离器的对准特性,通过调整所述第一激励输入和所述第二激励输入,使得所述有效弯曲点能够移动。

2. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:使得所述有效弯曲点能够沿着所述初级光学轴线移动。

3. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:当所述第一激励输入高于所述第二激励输入时,使得所述有效弯曲点能够沿着所述初级光学轴线被定位为靠近所述第一维恩过滤器并且远离所述第二维恩过滤器。

4. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:当所述第二激励输入高于所述第一激励输入时,使得所述有效弯曲点能够沿着所述初级光学轴线被定位为靠近所述第二维恩过滤器并且远离所述第一维恩过滤器。

5. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:当所述第一激励输入和所述第二激励输入被调整时,使得所述有效弯曲点能够移动。

6. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述可调带电粒子射束分离器被配置为:补偿所述次级投影系统的对准误差。

7. 根据权利要求6所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述次级投影系统的所述对准特性包括所述次级投影系统中的主变焦透镜的对准特性。

8. 根据权利要求1所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述第一维恩过滤器进一步被配置为使初级粒子射束偏转,以扫描样品。

9. 根据权利要求8所述的可调带电粒子射束分离器,其中所述第一维恩过滤器包括磁偏转器和静电偏转器,所述静电偏转器基于第三激励输入来生成静电场,以使所述初级粒子射束偏转,以扫描所述样品。

10. 一种使用多射束系统来检查晶片的方法,所述多射束系统具有次级投影系统,以将多个次级电子射束投影到检测表面上,所述方法包括:

基于所述次级投影系统的对准特性,确定可调射束分离器的期望弯曲点的位置;以及

调整去往所述可调射束分离器的一个或多个控制信号,以引起所述可调射束分离器的有效弯曲点沿着初级光学轴线朝向所述期望弯曲点的所述位置移动,所述可调射束分离器被配置为在所述有效弯曲点处改变次级电子射束的路径;

其中所述可调射束分离器包括第一维恩过滤器和第二维恩过滤器,并且所述一个或多个控制信号包括:去往所述第一维恩过滤器的第一激励输入和去往所述第二维恩过滤器的第二激励输入,以独立控制所述第一维恩过滤器和所述第二维恩过滤器中的每一者。

11. 根据权利要求10所述的方法,进一步包括:

在执行有效弯曲点调整之后,确定所述期望弯曲点的所述位置与所述有效弯曲点的位置之间的差异;以及

在确定所述期望弯曲点的所述位置与所述有效弯曲点的所述位置之间的所述差异后,重复所述有效弯曲点调整,直至所述有效弯曲点的所述位置变得基本上靠近所述期望弯曲点的所述位置。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中调整一个或多个控制信号进一步包括:将所述第一激励输入配置为高于所述第二激励输入,以使得能够朝向所述第一维恩过滤器移动所述有效弯曲点。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中调整一个或多个控制信号进一步包括:将所述第二激励输入配置为高于所述第一激励输入,以使得能够朝向所述第二维恩过滤器移动所述有效弯曲点。

14. 根据权利要求10所述的方法,其中基于由次级电子射束图像查看器产生的所述多个次级电子射束的一个或多个图像,标识所述次级投影系统的所述对准特性。

## 用于多射束检查装置中的次级射束的对准的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年3月27日提交的美国申请62/824,954的优先权,该申请通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 本文中所提供的实施例大体上涉及多射束检查装置,并且更具体地,涉及包括可调射束分离器的多射束检查装置。

### 背景技术

[0004] 当制造半导体集成电路(IC)芯片时,在制作工艺期间,在晶片或掩模上不可避免地会出现图案缺陷或不请自来的粒子(残留物),从而降低良率。例如,对于具有较小关键特征尺寸的图案,不请自来的粒子可能是麻烦的,具有较小关键特征尺寸的图案已被采用以满足IC芯片越来越先进的性能要求。

[0005] 利用带电粒子射束的图案检查工具已经用于检测缺陷或不请自来的粒子。这些工具通常采用扫描电子显微镜(SEM)。在SEM中,具有相对较高能量的初级电子射束减速,从而以相对较低的着陆能量着陆在样品上,并且被聚焦以在其上形成探测斑。由于初级电子的这种聚焦探测斑,所以将从表面生成次级电子。次级电子可以包括由初级电子与样品的相互作用而产生的背散射电子、次级电子或俄歇电子。通过在样品表面之上扫描探测斑并且收集次级电子,图案检查工具可以获得样品表面的图像。

### 发明内容

[0006] 本文中所提供的实施例公开了一种粒子射束检查装置,并且更具体地,公开了一种包括可调射束分离器的多射束检查装置。

[0007] 在一些实施例中,可调射束分离器被配置为改变次级粒子射束的路径。可调射束分离器包括第一维恩过滤器和第二维恩过滤器。两个维恩过滤器都与初级光学轴线对准。第一维恩过滤器和第二维恩过滤器是分别经由第一激励输入和第二激励输入而独立可控的。可调射束分离器被配置为基于第一激励输入和第二激励输入,沿着初级光学轴线来移动可调射束分离器的有效弯曲点。

[0008] 在一些实施例中,公开了一种具有可调射束分离器的初级投影系统。该初级投影系统包括物镜,该物镜被配置为将初级电子射束聚焦到样品上,其中响应于初级电子射束,从样品发射次级电子射束。初级投影系统还包括可调射束分离器,该可调射束分离器被配置为在有效弯曲点处朝向次级投影系统改变次级电子射束的路径。可调射束分离器包括:第一维恩过滤器,该第一维恩过滤器与初级光学轴线对准,其中第一维恩过滤器是经由第一激励输入而独立可控的;以及第二维恩过滤器,该第二维恩过滤器与初级光学轴线对准,其中第二维恩过滤器是经由第二激励输入而独立可控的。可调射束分离器被配置为基于第一激励输入和第二激励输入,沿着初级光学轴线来移动可调射束分离器的有效弯曲点。

[0009] 根据结合附图进行的以下描述,本发明的其他优点将变得显而易见,其中通过说明和示例的方式,对本发明的某些实施例进行了阐述。

### 附图说明

[0010] 根据结合附图进行的、对示例性实施例的描述,本公开的上述和其他方面将变得更加显而易见。

[0011] 图1是图示了符合本公开的实施例的示例性带电粒子射束检查系统的示意图。

[0012] 图2是图示了符合本公开的实施例的作为图1的示例性带电粒子射束检查系统的一部分的示例性多射束装置的示意图。

[0013] 图3A、图3B和图3C是多射束电子射束工具的示意图,它们图示了用于次级粒子射束的射束分离器的示例性配置。

[0014] 图4A、图4B和图4C是符合本公开的实施例的可调射束分离器的示意图。

[0015] 图5A和图5B是符合本公开的实施例的具有图4A、图4B和图4C的可调射束分离器的多射束电子射束工具的示意图。

[0016] 图6是多射束电子射束工具的示意图,其图示了具有传统射束分离器的初级投影系统的示例性配置。

[0017] 图7是多射束电子射束工具的示意图,其图示了符合本公开的实施例的具有可调射束分离器的初级投影系统。

[0018] 图8是图示了符合本公开的实施例的控制可调射束分离器的示例性方法的流程图。

### 具体实施方式

[0019] 现在,将详细参考示例性实施例,其示例在附图中图示。以下描述参考附图,其中除非另有表示,否则不同附图中的相同标号表示相同或相似的元件。在对示例性实施例的以下描述中所阐述的实现方式不表示符合本发明的所有实现方式。相反,它们仅仅是符合所附权利要求中记载的与本发明有关的方面的装置和方法的示例。

[0020] 电子设备由形成在称为衬底的硅片上的电路构成。许多电路可以一起形成在同一硅片上,并且称为集成电路或IC。这些电路的尺寸已经显著减小,使得更多的电路可以适配在衬底上。例如,智能电话中的IC芯片可以像拇指指甲一样小,并且还可以包括超过20亿个晶体管,每个晶体管的尺寸小于人发的尺寸的1/1000。

[0021] 制成这些极小的IC是复杂、耗时且昂贵的工艺,通常涉及数百个个体步骤。即使一个步骤中的误差也有可能導致成品IC中的缺陷,从而使其无法使用。因此,制造工艺的一个目标是避免这样的缺陷,以最大化在工艺中制成的功能IC的数目,也就是说,提高工艺的整体良率。

[0022] 提高良率的一个组成部分是监测芯片制成工艺,以确保它正在生产足够数目的功能集成电路。对工艺进行监测的一种方式是在形成芯片电路结构的各个阶段检查该芯片电路结构。可以使用扫描电子显微镜(SEM)进行检查。SEM可以用于对这些极小的结构进行成像,实际上是拍摄结构的“图片”。图像可以用于确定结构是否正确形成以及还有它是否形成在正确位置中。如果结构有缺陷,则可以调整工艺,所以缺陷不太可能再次发生。

[0023] 对于高吞吐量检查,检查系统中的一些检查系统使用初级电子的多个聚焦射束。由于多个聚焦射束可以同时扫描晶片的不同部分,所以多射束检测系统可以以比单射束检测系统高得多的速度检测晶片。然而,由于相对于电子射束行进的路径而言的检查系统的不同部分之间的对准误差,所以传统多射束检查系统可能遭受低检查精度。例如,在一些情况下,在约100 $\mu\text{m}$ 的偏差内(该偏差小于人发的厚度),用于次级电子射束的所有光学部件必须与用于初级电子射束的光学部件正确对准;否则,次级电子射束可能干扰邻近次级电子射束的检测,并且检查图像质量可能遭受像差和误差。本公开的一个方面包括一种改进的次级射束分离器,该改进的次级射束分离器是可调的,并且提供通过调整次级电子射束的路由路径来补偿未对准的能力。

[0024] 为了清楚起见,附图中部件的相对尺寸可能被夸大。在以下对附图的描述内,相同或类似的附图标记是指相同或类似的部件或实体,并且仅对关于个体实施例的不同之处进行描述。如本文中所使用的,除非另有明确说明,否则术语“或”涵盖所有可能组合,除不可行的情况之外。例如,如果说明部件可以包括A或B,则除非另有明确说明或不可行,否则该部件可以包括A、或B、或A和B。作为第二示例,如果说明部件可以包括A、B或C,则除非另有明确说明或不可行,否则该部件可以包括A、或B、或C、或A和B、或A和C、或B和C、或A和B和C。

[0025] 现在,参考图1,图1是图示了符合本公开的实施例的示例性带电粒子射束检查系统100的示意图。如图1所示,带电粒子射束检查系统100包括主腔室10、负载锁定腔室20、电子射束工具40、以及设备前端模块(EFEM)30。电子射束工具40位于主腔室10内。虽然描述和附图涉及电子射束,但是应当领会,实施例并不用于将本公开限制为特定带电粒子。

[0026] EFEM 30包括第一加载端口30a和第二加载端口30b。EFEM 30可以包括(一个或多个)附加加载端口。例如,第一加载端口30a和第二加载端口30b可以接收晶片前开式统集盒(FOUP),晶片前开式统集盒(FOUP)包含要检查的晶片(例如,半导体晶片或由(一个或多种)其他材料制成的晶片)或样品(晶片和样品在下文中统称为“晶片”)。EFEM 30中的一个或多个机器人臂(未示出)将晶片运送到负载锁定腔室20。

[0027] 负载锁定腔室20可以连接到负载锁定真空泵系统(未示出),该负载锁定真空泵系统去除负载锁定腔室20中的气体分子,以达到低于大气压力的第一压力。在达到第一压力之后,一个或多个机器人臂(未示出)将晶片从负载锁定腔室20运送到主腔室10。主腔室10连接到主腔室真空泵系统(未示出),该主腔室真空泵系统去除主腔室10中的气体分子,以达到低于第一压力的第二压力。在达到第二压力之后,晶片通过电子射束工具40而经受检查。在一些实施例中,电子射束工具40可以包括单射束检查工具。在其他实施例中,电子射束工具40可以包括多射束检查工具。

[0028] 控制器50电子连接到电子射束工具40。控制器50可以是被配置为执行对带电粒子射束检查系统100的各种控制的计算机。控制器50还可以包括处理电路装置,该处理电路装置被配置为执行各种信号和图像处理功能。虽然控制器50在图1中被示出为处于包括主腔室10、负载锁定腔室20和EFEM 30的结构外部,但是应当领会,控制器50可以是该结构的一部分。

[0029] 虽然本公开提供了容纳电子射束检查工具的主腔室10的示例,但是应当指出,本公开的方面在其最广泛的意义上不限于容纳电子射束检查工具的腔室。相反,应当领会,前述原理还可以应用于在第二压力下操作的其他工具。

[0030] 现在,参考图2,图2是图示了符合本公开的实施例的示例性电子射束工具40的示意图,示例性电子射束工具40包括作为图1的示例性带电粒子射束检查系统100的一部分的多射束检查工具。多射束电子射束工具40(本文中还称为装置40)包括电子源201、枪孔径板271、聚束透镜210、源转换单元220、初级投影系统230、机动载物台209以及样品保持器207,样品保持器207由机动载物台209支撑以保持要检查的样品208(例如,晶片或光掩模)。多射束电子射束工具40可以进一步包括次级投影系统250和电子检测设备240。初级投影系统230可以包括物镜231。射束分离器233和偏转扫描单元232可以定位在初级投影系统230内部。电子检测设备240可以包括多个检测元件241、242和243。

[0031] 电子源201、枪孔径板271、聚束透镜210、源转换单元220、射束分离器233、偏转扫描单元232和初级投影系统230可以与装置40的初级光学轴线204对准。次级投影系统250和电子检测设备240可以与装置40的次级光学轴线251对准。

[0032] 电子源201可以包括阴极(未示出)和提取器或阳极(未示出),其中在操作期间,电子源201被配置为从阴极发射初级电子,并且初级电子通过提取器和/或阳极而被提取或加速,以形成初级电子射束202,初级电子射束202形成初级射束交叉(虚拟或真实的)203。初级电子射束202可以被视作从初级射束交叉203发射。

[0033] 源转换单元220可以包括图像形成元件阵列(未示出)、像差补偿器阵列(未示出)、射束限制孔径阵列(未示出)、以及预弯曲微偏转器阵列(未示出)。在一些实施例中,预弯曲微偏转器阵列使初级电子射束202的多个初级子束211、212、213偏转,以法向进入射束限制孔径阵列、图像形成元件阵列、以及像差补偿器阵列。在一些实施例中,聚束透镜210被设计为使初级电子射束202聚焦,以变成平行射束,并且法向入射到源转换单元220上。图像形成元件阵列可以包括多个微偏转器或微透镜,以影响初级电子射束202的多个初级子束211、212、213,并且形成初级射束交叉203的多个平行图像(虚拟或真实的),一个平行图像针对初级子束211、212和213中的每个初级子束。在一些实施例中,像差补偿器阵列可以包括场曲补偿器阵列(未示出)和像散补偿器阵列(未示出)。场曲补偿器阵列可以包括多个微透镜,以补偿初级子束211、212和213的场曲像差。像散补偿器阵列可以包括多个微消像散器,以补偿初级子束211、212和213的像散像差。射束限制孔径阵列可以被配置为限制个体初级子束211、212和213的直径。作为一个示例,图2示出了三个初级子束211、212和213,并且应当领会,源转换单元220可以被配置为形成任何数目的初级子束。控制器50可以连接到图1的带电粒子射束检查系统100的各个部分,诸如源转换单元220、电子检测设备240、初级投影系统230、或机动载物台209。在一些实施例中,如下文所进一步详细解释的,控制器50可以执行各种图像和信号处理功能。控制器50还可以生成各种控制信号,以管控带电粒子射束检查系统的操作。

[0034] 聚束透镜210被配置为使初级电子射束202聚焦。聚束透镜210可以进一步被配置为:通过变化聚束透镜210的聚焦能力,来调整源转换单元220下游的初级子束211、212和213的电流。可替代地,可以通过更改射束限制孔径阵列内与个体初级子束相对应的射束限制孔径的径向尺寸,来改变电流。可以通过更改射束限制孔径的径向尺寸和聚束透镜210的聚焦能力两者,来改变电流。聚束透镜210可以是可调聚束透镜,该可调聚束透镜可以被配置为使得其第一主平面的位置是可移动的。可调聚束透镜可以被配置为磁性的,这可以导致离轴子束212和213以旋转角度照射源转换单元220。旋转角度随着聚焦能力或可调聚束

透镜的第一主平面的位置而改变。相应地,聚束透镜210可以是抗旋转聚束透镜,该抗旋转聚束透镜可以被配置为:在聚束透镜210的聚焦能力改变的同时,保持旋转角不变。在一些实施例中,聚束透镜210可以是可调抗旋转聚束透镜,其中当其聚焦能力和其第一主平面的位置变化时,旋转角度不变。

[0035] 物镜231可以被配置为将子束211、212和213聚焦到样品208上以进行检查,并且在当前实施例中,可以在样品208的表面上形成三个探测斑221、222和223。偏转扫描单元232在操作时被配置为使初级子束211、212和213偏转,以跨样品208的表面的区段中的个体扫描区域来扫描探测斑221、222和223。枪孔径板271在操作时被配置为阻挡初级电子射束202的外围电子,以减少库仑效应。库仑效应可能会扩大初级子束211、212、213的探测斑221、222和223中的每个探测斑的尺寸,并且因此劣化检查分辨率。

[0036] 响应于初级子束211、212和213或探测斑221、222和223在样品208上的入射,电子从样品208中出来,并且生成三个次级电子射束261、262和263。次级电子射束261、262和263中的每个次级电子射束通常包括次级电子(具有 $\leq 50\text{eV}$ 的电子能量)和背散射电子(具有介于 $50\text{eV}$ 与初级子束211、212和213的着陆能量之间的电子能量)。

[0037] 射束分离器233可以是维恩过滤器,该维恩过滤器包括生成静电偶极场的静电偏转器和生成磁偶极场的磁偏转器(未示出)。在操作时,射束分离器233可以被配置为使用静电偏转器生成静电偶极场,以在初级子束211、212和213的个体电子上施加静电力。射束分离器233还可以被配置为生成磁偶极场,以在电子上施加磁力。静电力与磁力幅度相等,但方向相反。因此,初级子束211、212和213可以至少基本上直线地、以至少基本上为零的偏转角穿过射束分离器233。

[0038] 然而,次级电子射束261、262和263可以朝向次级投影系统250偏转,该次级投影系统250随后将次级电子射束261、262和263聚焦到电子检测设备240的检测元件241、242和243上。检测元件241、242和243被布置为检测对应次级电子射束261、262和263,并且生成对应信号,该对应信号被发送给控制器50或信号处理系统(未示出),例如,以构造样品208的对应扫描区域的图像。

[0039] 在一些实施例中,检测元件241、242和243分别检测对应次级电子射束261、262和263,并且生成去往图像处理系统(例如,控制器50)的对应强度信号输出(未示出)。在一些实施例中,每个检测元件241、242和243可以包括一个或多个像素。检测元件的强度信号输出可以是由检测元件内的所有像素所生成的信号之和。

[0040] 在一些实施例中,控制器50可以包括图像处理系统,该图像处理系统包括图像获取器(未示出)和存储装置(未示出)。图像获取器可以包括一个或多个处理器。例如,图像获取器可以包括计算机、服务器、大型主机、终端、个人计算机、任何种类的移动计算设备等,或其组合。图像获取器可以通过诸如以下项的介质通信耦合到装置40的电子检测设备240:电导体、光纤线缆、便携式存储介质、IR、蓝牙、互联网、无线网络、无线电等,或其组合。在一些实施例中,图像获取器可以从电子检测设备240接收信号,并且可以构造图像。因此,图像获取器可以获取样品208的图像。图像获取器还可以执行各种后处理功能,诸如生成轮廓、在所获取的图像上叠加指示器等。图像获取器可以被配置为执行所获取的图像的亮度和对比度等的调整。在一些实施例中,存储装置可以是诸如以下项的存储介质:硬盘、闪存驱动器、云存储装置、随机存取存储器(RAM)、其他类型的计算机可读存储器等。存储装置可以与

图像获取器耦合,并且可以用于将所扫描的原图像数据保存为原始图像,并且保存经后处理的图像。

[0041] 在一些实施例中,图像获取器可以基于从电子检测设备240接收的成像信号,来获取样品的一个或多个图像。成像信号可以对应于用于进行带电粒子成像的扫描操作。所获取的图像可以是包括多个成像区域的单个图像。该单个图像可以存储在存储装置中。该单个图像可以是原始图像,原始图像可以被划分为多个区域。区域中的每个区域可以包括一个成像区域,该一个成像区域包含样品208的特征。所获取的图像可以包括在时间序列之上多次采样的样品208的单个成像区域的多个图像。该多个图像可以存储在存储装置中。在一些实施例中,控制器50可以被配置为利用样品208的相同位置的多个图像来执行图像处理步骤。

[0042] 在一些实施例中,控制器50可以包括测量电路装置(例如,模数转换器),以获得所检测到的次级电子的分布。在检测时间窗口期间收集的电子分布数据,与入射在晶片表面上的初级子束211、212和213中的每个初级子束的对应扫描路径数据相组合,可以用于重构被检查的晶片结构的图像。所重构的图像可以用于揭示样品208的内部结构或外部结构的各种特征,并且从而可以用于揭示晶片中可能存在的任何缺陷。

[0043] 在一些实施例中,控制器50可以控制机动载物台209,以在样品208的检查期间移动样品208。在一些实施例中,控制器50可以使得机动载物台209能够以恒定速度在一方向上连续移动样品208。在其他实施例中,控制器50可以使得机动载物台209能够依据扫描过程的步骤随时间而改变样品208的移动速度。在一些实施例中,控制器50可以基于次级电子射束261、262和263的图像,来调整初级投影系统230或次级投影系统250的配置。

[0044] 尽管图2示出了电子射束工具40使用三个初级电子射束,但是应当领会,电子射束工具40可以使用两个或更多个初级电子射束。本公开不限制在装置40中使用的初级电子射束的数目。

[0045] 现在,参考图3A,图3A是多射束电子射束工具300A的示意图,其图示了用于次级粒子射束的射束分离器333的示例性配置。多射束电子射束工具300A可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。在多射束电子射束工具中,响应于初级电子射束(例如,初级电子射束311)的入射,从样品308中生成多个次级电子射束(例如,次级电子射束361)。通过射束分离器333使次级电子射束361朝向次级投影系统350偏转,该次级投影系统350将次级电子射束361聚焦到电子检测设备340上。射束分离器333可以是初级投影系统330的一部分。

[0046] 在一些实施例中,射束分离器333可以是维恩过滤器,该维恩过滤器包括生成静电偶极场的静电偏转器和生成磁偶极场的磁偏转器(未示出)。在操作时,射束分离器333可以被配置为生成与磁偶极场正交的静电偶极场,使得关于初级电子——初级电子沿着初级光学轴线304在向下方向上行进,由静电偶极场感应的静电力与由磁偶极场感应的磁力幅度相等,但方向相反。因此,初级电子射束311可以至少基本上直线地、以至少基本上为零的偏转角穿过射束分离器333。另一方面,关于次级电子——次级电子沿着初级光学轴线304在向上方向上行进,静电力和磁力在相同方向上施加;结果,次级射束361在弯曲点336处朝向次级投影系统350偏转。

[0047] 在一些实施例中,次级投影系统350可以包括一个或多个透镜,诸如主变焦透镜

352、第二变焦透镜353、以及投影透镜354,该一个或多个透镜被配置为将次级电子射束361聚焦到电子检测设备340上。次级投影系统350还可以包括一个或多个偏转器355、356和357,以使次级电子射束361偏转。如图3A所示,在通过射束分离器333而偏转之后,次级电子射束361穿过主变焦透镜352的中心。在一些实施例中,主变焦透镜352可以是次级投影系统中的主要透镜,并且具有强的聚焦能力;结果,主变焦透镜352可以主宰次级投影系统350的光学性能。相应地,良好对准的主变焦透镜352提供更好的性能。

[0048] 尽管为了简化图示,图3A仅示出了一个初级电子射束311和一个次级电子射束361,但是应当领会,多射束电子射束工具300A可以使用任何数目的电子射束。

[0049] 现在,参考图3B,图3B是多射束电子射束工具300B的示意图,其图示了次级投影系统350的未对准的影响。多射束电子射束工具300B可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。未对准可能由初级投影系统330和次级投影系统350的各个部件的制造和加工误差引起。此外,因为在初级投影系统330和次级投影系统350中集成了如此多的部件,所以即使每个部件在集成之后在容差水平内被校准,所累积的偏差也可能导致初级投影系统330与次级投影系统350之间的大量未对准。

[0050] 如果次级投影系统350未良好地与初级投影系统330对准,次级投影系统350中的透镜(例如,主变焦透镜352、第二变焦透镜353、以及投影透镜354)和偏转模块(例如,偏转器355、356和357)可能引入像差,该像差可能引起次级射束361的形状、强度和布局的变形。这种变形可能导致次级电子收集效率降低和串扰水平增加,从而劣化检测设备340所生成的信息的质量。

[0051] 例如,图3B示出了多射束电子射束工具300B,其中主变焦透镜352未正确对准,从而引起实际弯曲点337(其由射束分离器333的位置来确定)与期望弯曲点338(初级光学轴线304与次级光学轴线351相交的点)之间的失配。在一些实施例中,期望弯曲点338可以由次级投影系统350的整体对准特性来确定。在一些实施例中,因为主变焦透镜352(具有其高聚焦能力)可以是次级投影系统350的光学性能的主宰因素,所以期望弯曲点338可以由主变焦透镜352的对准特性来确定。在图3B中,因为次级投影系统350未与射束分离器333的中心正确对准,所以期望弯曲点338低于实际弯曲点337。如上文所解释的,这种失配可能引入像差,该像差可能引起次级射束361的形状、强度和布局的变形,这转而可能劣化检测设备340所收集的信息的质量。

[0052] 尽管为了简化图示,图3B仅示出了一个初级电子射束311和一个次级电子射束361,但是应当领会,多射束电子射束工具300B可以使用任何数目的电子射束。

[0053] 现在,参考图3C,图3C是多射束电子射束工具300C的示意图,其中引入了前置透镜偏转器390,以减轻前面关于图3B所描述的未对准问题。多射束电子射束工具300C可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。在一些实施例中,前置透镜偏转器390可以被添加到次级电子射束361的路径,以补偿未对准的影响。例如,前置透镜偏转器390可以被定位在射束分离器333与主变焦透镜352之间,使得前置透镜偏转器390可以使次级电子射束361弯曲,以使得次级电子射束361能够法向进入主变焦透镜352。然而,将前置透镜偏转器390添加在主变焦透镜352之前可能需要主变焦透镜352被定位得离样品308更远。样品308与主变焦透镜352之间的这种增加的距离可能使次级投影系统350的整体光学性能大大恶化。在多射束装置中,当样品308与主变焦透镜352之间的距离增加时,次级电子射束的像

差和误差非线性地(例如,指数地)增加。相应地,期望寻求一种解决未对准问题的不同途径,而不增加样品308与主变焦透镜352之间的距离。

[0054] 尽管为了简化图示,图3C仅示出了一个初级电子射束311和一个次级电子射束361,但是应当领会,多射束电子射束工具300C可以使用任何数目的电子射束。

[0055] 现在,参考图4A、图4B和图4C,图4A、图4B和图4C是图示了符合本公开的实施例的可调射束分离器433的操作的示意图。在一些实施例中,射束分离器可以利用两个或更多个维恩过滤器来实现。通过调整每个个体维恩过滤器的偏转能力,射束分离器的有效弯曲点可以沿着光学轴线404上下移动。有效弯曲点是偏转后的次级射束451的投影与初级光学轴线404重合的点。

[0056] 在一些实施例中,可调射束分离器433可以包括上维恩过滤器433a和下维恩过滤器433b,其中维恩过滤器433a和433b两者都可以接收单独激励输入。通过独立调整激励输入,可调射束分离器433的有效弯曲点可以沿着光学轴线404上下移动。尽管为了简化图示,图4A、图4B和图4C仅示出了一个次级电子射束461,但是应当领会,可调射束分离器433可以与任何数目的次级电子射束一起工作。

[0057] 例如,如图4A所示,如果期望弯曲点437靠近可调射束分离器433的中心平面436,上维恩过滤器433a和下维恩过滤器433b可以被配置为使次级电子射束461偏转基本上相同的量,使得可调射束分离器433的有效弯曲点与期望弯曲点437相匹配。

[0058] 如图4B所示,如果期望弯曲点438存在于中心平面436上方,可调射束分离器433可以被配置为使得有效弯曲点可以朝向期望弯曲点438向上移动。这可以通过以下方式来实现:通过相对增加去往上维恩过滤器433a的激励输入、而相对减少去往下维恩过滤器433b的激励输入,来将上维恩过滤器433a配置为比下维恩过滤器433b偏转更大的量,使得可调射束分离器433的有效弯曲点与期望弯曲点438相匹配。

[0059] 另一方面,如图4C所示,如果期望弯曲点439存在于中心平面436下方,可调射束分离器433可以被配置为使得有效弯曲点可以朝向期望弯曲点439向下移动。这可以通过以下方式来实现:通过相对减少去往上维恩过滤器433a的激励输入、而相对增加去往下维恩过滤器433b的激励输入,来将上维恩过滤器433a配置为比下维恩过滤器433b偏转更小的量,使得可调射束分离器433的有效弯曲点与期望弯曲点439相匹配。

[0060] 在一些实施例中,可调射束分离器433的整体高度(即,上维恩过滤器433a的高度和下维恩过滤器433b的高度之和)可以与具有单个维恩过滤器的传统射束分离器(诸如图3A的射束分离器333)的高度基本上相同。如前面章节所解释的,因为随着样品与主变焦透镜之间的距离增加,次级电子射束的像差和误差指数增加,所以期望维持样品(诸如图3A的样品308)与主变焦透镜(诸如图3A的主变焦透镜352)之间的短距离。在一些实施例中,可调射束分离器433在偏转电子方面可以与传统射束分离器一样强大,而可调射束分离器433附加地提供弯曲点的可调性。例如,虽然每个维恩过滤器(例如,上维恩过滤器433a和下维恩过滤器433b)较小,并且相应地能够提供比传统的一件式维恩过滤器更小的偏转能力,但是上维恩过滤器433a和下维恩过滤器433b的组合偏转能力可以与传统维恩过滤器的偏转能力基本上相同。可调射束分离器433可以向电子射束施加与传统射束分离器(诸如图3A的射束分离器333)相似的力,并且使电子射束偏转相当的量。

[0061] 现在,参考图5A和图5B,图5A和图5B是符合本公开的实施例的具有图4A、图4B和图

4C的可调射束分离器的多射束电子射束工具(例如,500A和500B)的示意图。多射束电子射束工具500A或500B可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。

[0062] 在一些实施例中,多射束电子射束工具500A和500B可以包括初级投影系统530和次级投影系统550。初级投影系统可以包括可调射束分离器533。次级投影系统550可以包括一个或多个透镜,诸如主变焦透镜552、第二变焦透镜553和投影透镜554,该一个或多个透镜被配置为将次级电子射束561聚焦到电子检测设备540上。次级投影系统550还可以包括一个或多个偏转器555、556和557,以使次级电子射束561偏转。

[0063] 因为次级投影系统550未与可调射束分离器533的位置正确对准,所以图5A中的期望弯曲点538在可调射束分离器533的中心平面536上方。在这样的情况下,如前面关于图4B所描述的,可调射束分离器533可以被配置为使得:通过将上维恩过滤器533a配置为比下维恩过滤器533b偏转更多,可以朝向期望弯曲点538向上移动有效弯曲点(如箭头598所图示的)。这可以通过以下方式来完成:相对增加去往上维恩过滤器533a的激励输入,而相对减少去往下维恩过滤器533b的激励输入。

[0064] 在图5B中,形成对照地,由于次级投影系统550的未对准,期望弯曲点537在中心平面536下方。在这样的情况下,如前面关于图4C所描述的,可调射束分离器533可以被配置为使得:通过将上维恩过滤器533a配置为比下维恩过滤器533b偏转更少,可以朝向期望弯曲点537向下移动有效弯曲点(如箭头597所图示的)。这可以通过以下方式来完成:相对减少去往上维恩过滤器533a的激励输入,而相对增加去往下维恩过滤器533b的激励输入。

[0065] 在一些实施例中,上维恩过滤器533a和下维恩过滤器533b可以由控制器(诸如图2的控制器50)独立控制。例如,控制器可以向上维恩过滤器533a提供第一激励控制信号,并且向下维恩过滤器533b提供第二激励控制信号。基于激励控制信号,每个维恩过滤器可以增加或减小偏转量,使得可调射束分离器533的有效弯曲点可以相应地向上或向下移动。

[0066] 在一些实施例中,控制器可以接收与有效弯曲点的调整有关的一个或多个输入,其中控制器可以处理该一个或多个输入,检测未对准的量,确定弯曲点需要在哪个方向上移动多少,并且向维恩过滤器提供个体激励控制信号。该一个或多个输入可以与次级投影系统550相对于可调射束分离器533的对准特性有关。在一些实施例中,该一个或多个输入可以由多射束电子射束工具500A和500B的操作员录入。在一些实施例中,该一个或多个输入可以由次级电子射束图像查看器生成,该次级电子射束图像查看器可以用于确定多射束装置中的电子光学元件(诸如透镜、射束分离器、偏转器和检测器)多好地对准。可以在美国申请号62/748,251中找到次级电子射束图像查看器的示例,该申请通过引用整体并入。

[0067] 在一些实施例中,可调射束分离器533可以由多射束电子射束工具的操作员手动控制。例如,经由控制接口(例如,旋钮、开关、计算机接口等),操作员可以逐渐向上或向下调整有效弯曲点,以找到最佳位置。在一些实施例中,可以通过反馈机制来增强操作员的控制。例如,在将有效弯曲点的位置调整到最佳位置的同时,操作员可以监测由次级电子射束图像查看器所产生的次级射束图像。

[0068] 在一些实施例中,可调射束分离器533可以由控制器(诸如图2的控制器50)自动控制。例如,由次级电子射束图像查看器所产生的信息可以被提供给控制器,其中控制器可以处理来自次级电子射束图像查看器的信息,检测未对准的量,确定弯曲点需要在哪个方向上移动多少,并且向维恩过滤器提供个体激励控制信号。

[0069] 尽管为了简化图示,图5A和图5B仅示出了一个初级电子射束511和一个次级电子射束561,但是应当领会,多射束电子射束工具500A和500B可以使用任何数目的电子射束。

[0070] 现在,参考图6,图6是多射束电子射束工具600的示意图,其图示了具有射束分离器633的初级投影系统630的示例性配置。多射束电子射束工具600可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。在一些实施例中,多射束电子射束工具600可以包括初级投影系统630和次级投影系统650。次级投影系统650可以包括一个或多个透镜,诸如主变焦透镜652、第二变焦透镜653和投影透镜654,该一个或多个透镜被配置为将次级电子射束661聚焦到电子检测设备640上。次级投影系统650还可以包括一个或多个偏转器655、656和657,以使次级电子射束661偏转。初级投影系统可以包括射束分离器633以及一个或多个偏转器(例如,1号偏转器691和前置物镜偏转器692),该一个或多个偏转器使初级电子射束611偏转,以扫描样品608的表面。

[0071] 1号偏转器691和前置物镜偏转器692可以生成静电场以使初级电子射束611偏转,以进行扫描。附加地,如前面关于图3A所描述的,射束分离器633可以包括维恩过滤器,该维恩过滤器包括静电偏转器(生成静电偶极场)和磁透镜(生成与静电偶极场正交的磁偶极场)。因此,由初级投影系统630施加在通过的(初级或次级)电子上的总力(包括静电力和磁力)可以表示为以下等式(1):

$$F_{\text{总}630} = F_{\text{扫描号偏转器}} + F_{\text{扫描前物镜偏转器}} + F_{\text{维恩过滤器静电}} + F_{\text{维恩过滤器磁}} \quad (1)$$

[0073] 如前面关于图3B所描述的,因为次级电子射束661的像差和误差随着距离增加而指数增加,所以期望减小样品608与主变焦透镜652之间的距离。然而,减小距离的限制因素中的一个限制因素是1号偏转器691的存在,该1号偏转器691通常被放置在射束分离器633与主变焦透镜652之间。在一些实施例中,如图7所示,用可调射束分离器(诸如图5A和图5B的可调射束分离器533)代替射束分离器633可以提供进一步减小样品608与主变焦透镜652之间的距离的机会。

[0074] 现在,参考图7,图7是符合本公开的实施例的多射束电子射束工具700的示意图,其图示了具有可调射束分离器733的初级投影系统730。多射束电子射束工具700可以是多射束装置(诸如图1的多射束装置100)的一部分。多射束电子射束工具700还可以包括初级投影系统730和与图6的电子射束工具600相似的次级投影系统750。然而,在一些实施例中,初级投影系统730可以包括可调射束分离器733,而非传统一件式射束分离器(诸如图6的射束分离器633)。

[0075] 使用可调射束分离器733可以提供优于传统系统(诸如图6的电子射束工具600)的几个优点。首先,如前面章节所描述的,通过沿着初级光学轴线704向上或向下移动次级电子射束761的有效弯曲点,从而使得次级电子射束能够基本上靠近主变焦透镜752的中心行进,可调射束分离器733提供减少由次级投影系统750的未对准引起的像差的能力。

[0076] 其次,在一些实施例中,可以省去1号偏转器(诸如图6的1号偏转器691),使得可以将主变焦透镜752放置得更靠近样品708,从而进一步提高次级投影系统750的光学性能。代替所省去的1号偏转器,在一些实施例中,维恩过滤器(例如,上维恩过滤器733a或下维恩过滤器733b)内的静电偏转器还可以用作用于初级电子射束扫描的1号偏转器。在这样的实施例中,施加到1号偏转器的扫描控制输入可以被重写到去往维恩过滤器的静电偏转器的激励输入。

[0077] 与上文等式 (1) 相似,由初级投影系统施加在通过的(初级或次级)电子上的总力可以基于以下等式 (2) 来表示:

$$[0078] \quad F_{\text{总}730} = F_{\text{前置物镜偏转器}} + F_{\text{维恩过滤器静电重写}} + F_{\text{维恩过滤器磁}} \quad (2)$$

[0079] 因为由维恩过滤器内的静电偏转器所生成的静电力是原始维恩过滤器功能的力和重写扫描功能的力之和(如下文等式 (3) 所示),所以初级投影系统730的总力( $F_{\text{总}730}$ )与初级投影系统630的总力( $F_{\text{总}630}$ )基本上相同。

$$[0080] \quad F_{\text{维恩过滤器静电重写}} = F_{\text{维恩过滤器静电}} + F_{\text{扫描号偏转器}} \quad (3)$$

[0081] 在一些实施例中,通过将扫描控制输入分配给多个维恩过滤器,可以重写多于一个维恩过滤器(例如,上维恩过滤器733a和下维恩过滤器733b两者),以用作1号偏转器。而且,为了进一步减小样品708与主变焦透镜752之间的距离,在一些实施例中,还可以省去前置物镜偏转器792。在这样的实施例中,与1号偏转器的重写相似,所省去的前置物镜偏转器792的扫描功能可以被重写到维恩过滤器中的一个或多个维恩过滤器。例如,在一些实施例中,上维恩过滤器733a可以用作1号偏转器(诸如图6的1号偏转器691),并且下维恩过滤器733b可以用作前置物镜偏转器792。

[0082] 现在,参考图8,图8是图示了符合本公开的实施例的控制可调射束分离器的示例性方法的流程图。

[0083] 在一些实施例中,多射束电子射束工具(诸如图5A的多射束电子射束工具500A)可以包括初级投影系统(诸如图5A的初级投影系统530)和次级投影系统(诸如图5A的次级投影系统550)。次级投影系统可以包括一个或多个透镜,诸如主变焦透镜、第二变焦透镜和投影透镜(分别诸如图5A的552、553和554),该一个或多个透镜被配置为将次级电子射束(诸如图5A的次级电子射束561)聚焦到电子检测设备(诸如图5A的电子射束设备540)上。次级投影系统还可以包括一个或多个偏转器(诸如图5A的偏转器555、556和557),以使次级电子射束偏转。初级投影系统可以进一步包括可调射束分离器(诸如图5A的可调射束分离器533)。可调射束分离器可以包括多个维恩过滤器,例如上维恩过滤器(诸如图5A的533a)和下维恩过滤器(诸如图5A的533b)。

[0084] 如果次级投影系统未良好地与初级投影系统对准,次级投影系统的光学部件可能引入像差,该像差可能引起次级射束图像的形状、强度和布局的变形。这种变形可能导致次级电子收集效率降低和串扰水平增加,从而劣化电子检测设备所生成的信息的质量。在这样的情形下,为了减少像差和误差,可调射束分离器可以被配置为使得:可以朝向期望弯曲点向上或向下移动射束分离器的有效弯曲点,使得次级电子射束可以基本上靠近次级投影系统的主变焦透镜的中心而通过,如前面关于图5A和图5B所描述的。

[0085] 在步骤810中,多射束电子射束工具标识次级投影系统相对于初级投影系统(具体地,相对于射束分离器)的对准特性。在一些实施例中,该信息可以由多射束电子射束工具的操作员来测量和提供。在一些实施例中,多射束电子射束工具可以包括次级电子射束图像查看器,该次级电子射束图像查看器可以用于确定对准特性。

[0086] 在步骤820中,多射束电子射束工具基于次级投影系统的所标识的对准特性来确定期望弯曲点的位置。

[0087] 在步骤830中,多射束电子射束工具调整可调射束分离器的一个或多个控制输入,以朝向期望弯曲点的位置向上或向下移动有效弯曲点。在一些实施例中,可以独立控制可

调射束分离器的维恩过滤器,以移动有效弯曲点。例如,上维恩过滤器和下维恩过滤器(诸如图5A的533a和533b)可以由控制器(诸如图2的控制器50)独立控制。控制器可以向上维恩过滤器提供第一激励控制信号,并且向下维恩过滤器提供第二激励控制信号。基于激励控制信号,每个维恩过滤器可以增加或减小偏转量,使得可调射束分离器的有效弯曲点可以相应地向上或向下移动。

[0088] 在步骤830中执行调整之后,在步骤840中,多射束电子射束工具确定期望弯曲点的位置与实际弯曲点的位置之间的差异。并且然后,在步骤850中,多射束电子射束工具确定经调整的有效弯曲点是否基本上靠近期望弯曲点的位置。在一些实施例中,该确定可以基于所检测到的次级电子的特性。在一些实施例中,该确定可以基于所产生的样品图像的特性。如果答案为否,多射束电子射束工具重复执行步骤830和840,直至经调整的弯曲点与期望弯曲点相匹配。当经调整的弯曲点变得基本上靠近期望弯曲点的位置时,调整过程在步骤860中完成。

[0089] 可以使用以下条款对实施例进行进一步描述:

[0090] 1.一种可调带电粒子射束分离器,被配置为改变次级粒子射束的路径,可调带电粒子射束分离器包括:

[0091] 第一维恩过滤器,与初级光学轴线对准,其中第一维恩过滤器是经由第一激励输入而独立可控的;以及

[0092] 第二维恩过滤器,与初级光学轴线对准,其中第二维恩过滤器是经由第二激励输入而独立可控的,以及

[0093] 其中可调带电粒子射束分离器被配置为:使得可调带电粒子射束分离器的有效弯曲点能够基于第一激励输入和第二激励输入而移动。

[0094] 2.根据条款1所述的可调带电粒子射束分离器,其中可调带电粒子射束分离器被配置为:使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线移动。

[0095] 3.根据条款1和2中任一项所述的可调带电粒子射束分离器,其中可调带电粒子射束分离器被配置为:当第一激励输入高于第二激励输入时,使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线被定位为靠近第一维恩过滤器并且远离第二维恩过滤器。

[0096] 4.根据条款1和2中任一项所述的可调带电粒子射束分离器,其中可调带电粒子射束分离器被配置为:当第二激励输入高于第一激励输入时,使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线被定位为靠近第二维恩过滤器并且远离第一维恩过滤器。

[0097] 5.根据条款1至4中任一项所述的可调带电粒子射束分离器,其中可调带电粒子射束分离器被配置为:当第一激励输入和第二激励输入被调整时,使得有效弯曲点能够移动。

[0098] 6.根据条款1至5中任一项所述的可调带电粒子射束分离器,其中可调带电粒子射束分离器被配置为:使得有效弯曲点能够基于次级投影系统相对于可调带电粒子射束分离器的对准特性而移动,以补偿次级投影系统的对准误差。

[0099] 7.根据条款6所述的可调带电粒子射束分离器,其中次级投影系统的对准特性包括次级投影系统中的主变焦透镜的对准特性。

[0100] 8.根据条款1至7中任一项所述的可调带电粒子射束分离器,其中第一维恩过滤器进一步被配置为使初级粒子射束偏转,以扫描样品。

[0101] 9.根据条款8所述的可调带电粒子射束分离器,其中第一维恩过滤器包括磁偏转

器和静电偏转器,静电偏转器基于第三激励输入来生成静电场,以使初级粒子射束偏转,以扫描样品。

[0102] 10.一种初级投影系统,包括:

[0103] 物镜,被配置为将初级电子射束聚焦到样品上,其中响应于初级电子射束,次级电子射束从样品被发射;以及

[0104] 可调射束分离器,被配置为改变次级电子射束的路径,可调射束分离器包括:

[0105] 第一维恩过滤器,与初级光学轴线对准,其中第一维恩过滤器是经由第一激励输入而独立可控的;以及

[0106] 第二维恩过滤器,与初级光学轴线对准,其中第二维恩过滤器是经由第二激励输入而独立可控的,

[0107] 其中可调射束分离器被配置为:使得可调射束分离器的有效弯曲点能够基于第一激励输入和第二激励输入而移动。

[0108] 11.根据条款10所述的初级投影系统,其中可调射束分离器被配置为:使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线移动。

[0109] 12.根据条款10和11中任一项所述的初级投影系统,其中可调射束分离器被配置为:当第一激励输入高于第二激励输入时,使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线被定位为靠近第一维恩过滤器并且远离第二维恩过滤器。

[0110] 13.根据条款10和11中任一项所述的初级投影系统,其中可调射束分离器被配置为:当第二激励输入高于第一激励输入时,使得有效弯曲点能够沿着初级光学轴线被定位为靠近第二维恩过滤器并且远离第一维恩过滤器。

[0111] 14.根据条款10至13中任一项所述的初级投影系统,其中可调射束分离器被配置为:当第一激励输入和第二激励输入被调整时,使得有效弯曲点能够移动。

[0112] 15.根据条款10至13中任一项所述的初级投影系统,其中可调射束分离器被配置为:使得有效弯曲点能够基于次级投影系统相对于可调射束分离器的对准特性而移动,以补偿次级投影系统的对准误差。

[0113] 16.根据条款15所述的初级投影系统,其中次级投影系统的对准特性包括次级投影系统中的主变焦透镜的对准特性。

[0114] 17.根据条款10至16中任一项所述的初级投影系统其中第一维恩过滤器进一步被配置为使初级粒子射束偏转,以扫描样品。

[0115] 18.根据条款17所述的初级投影系统,其中第一维恩过滤器包括磁偏转器和静电透镜,静电偏转器基于第三激励输入来生成静电场,以使初级粒子射束偏转,以扫描样品。

[0116] 19.一种用于检查样品的多射束装置,包括:

[0117] 根据条款10至18中任一项所述的初级投影系统;

[0118] 次级投影系统,被配置为将次级电子射束聚焦到电子检测设备上;以及

[0119] 控制器,包括用于控制初级投影系统的电路装置。

[0120] 20.根据条款19所述的多射束装置,其中控制器包括电路装置,该电路装置用于基于次级投影系统相对于初级投影系统的可调射束分离器的对准特性来调整第一激励输入和第二激励输入,以移动有效弯曲点,以补偿次级投影系统的对准误差。

[0121] 21.根据条款20所述的多射束装置,其中控制器包括电路装置,该电路装置用于调

整第三激励输入,以使初级电子射束偏转,以扫描样品。

[0122] 22. 根据条款19至21中任一项所述的多射束装置,进一步包括图像查看器,该图像查看器被配置为向控制器提供用于调整第一激励输入和第二激励输入的信息。

[0123] 23. 一种使用多射束系统来检查晶片的方法,多射束系统具有次级投影系统,以将多个次级电子射束投影到检测表面上,该方法包括:

[0124] 基于次级投影系统的对准特性,确定可调射束分离器的期望弯曲点的位置;以及

[0125] 向可调射束分离器发送一个或多个控制信号,以引起可调射束分离器的有效弯曲点沿着初级光学轴线朝向期望弯曲点的位置移动。

[0126] 24. 根据条款23所述的方法,进一步包括:

[0127] 在执行有效弯曲点调整之后,确定期望弯曲点的位置与有效弯曲点的位置之间的差异;以及

[0128] 在确定期望弯曲点的位置与有效弯曲点的位置之间的差异后,重复有效弯曲点调整,直至有效弯曲点的位置变得基本上靠近期望弯曲点的位置。

[0129] 25. 根据条款23和24中任一项所述的方法,其中可调射束分离器包括第一维恩过滤器和第二维恩过滤器,并且其中调整一个或多个控制信号包括:独立调整去往第一维恩过滤器的第一激励输入和去往第二维恩过滤器的第二激励输入。

[0130] 26. 根据条款25所述的方法,其中调整一个或多个控制信号进一步包括:将第一激励输入配置为高于第二激励输入,以使得能够朝向第一维恩过滤器移动有效弯曲点。

[0131] 27. 根据条款25所述的方法,其中调整一个或多个控制信号进一步包括:将第二激励输入配置为高于第一激励输入,以使得能够朝向第二维恩过滤器移动有效弯曲点。

[0132] 28. 根据条款23至27中任一项所述的方法,其中基于由次级电子射束图像查看器产生的多个次级电子射束的一个或多个图像,标识次级投影系统的对准特性。

[0133] 可以提供一种非暂态计算机可读介质,该非暂态计算机可读介质存储指令,该指令用于控制器(例如,图1的控制器50)的处理器进行对射束分离器的调整(例如,控制图8的可调射束分离器)。例如,常见形式的非暂态介质包括软盘、柔性盘、硬盘、固态驱动器、磁带或任何其他磁性数据存储介质、光盘只读存储器(CD-ROM)、任何其他光学数据存储介质、任何具有孔图案的物理介质、随机存取存储器(RAM)、可编程只读存储器(PROM)和可擦除可编程只读存储器(EPROM)、FLASH-EPROM或任何其他闪存存储器、非易失性随机存取存储器(NVRAM)、高速缓存、寄存器、任何其他存储器芯片或磁带盒、以及它们的联网版本。

[0134] 将领会,本公开的实施例不限于上文已经描述和在附图中图示的确切构造,并且可以做出各种修改和改变,而不脱离其范围。已经结合各种实施例对本公开进行了描述,考虑到本文中公开的发明的说明书和实践,本发明的其他实施例对于本领域技术人员而言将是显而易见的。旨在的是,说明书和示例仅被认为是示例性的,其中本发明的真正范围和精神由以下权利要求来指示。

[0135] 以上描述旨在是说明性的,而非限制性的。因此,对于本领域技术人员而言将显而易见的是,如所描述的那样可以做出修改,而不脱离下文所阐述的权利要求的范围。

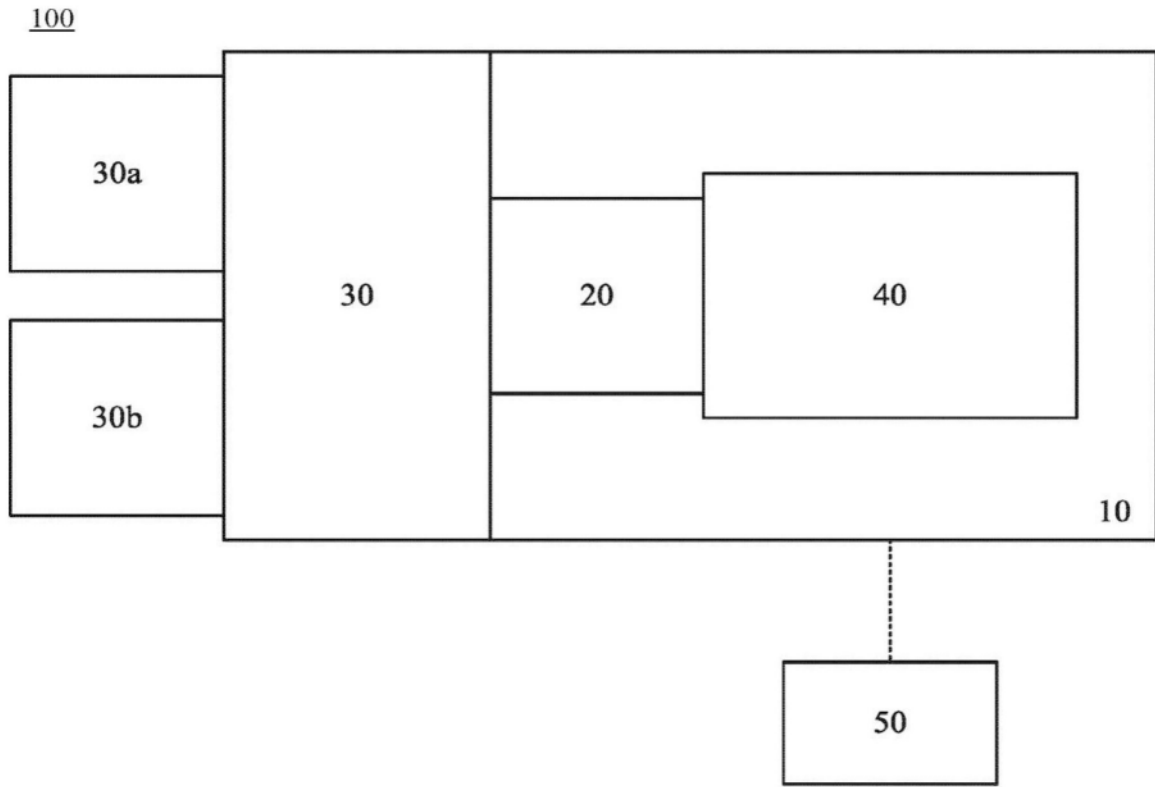


图1

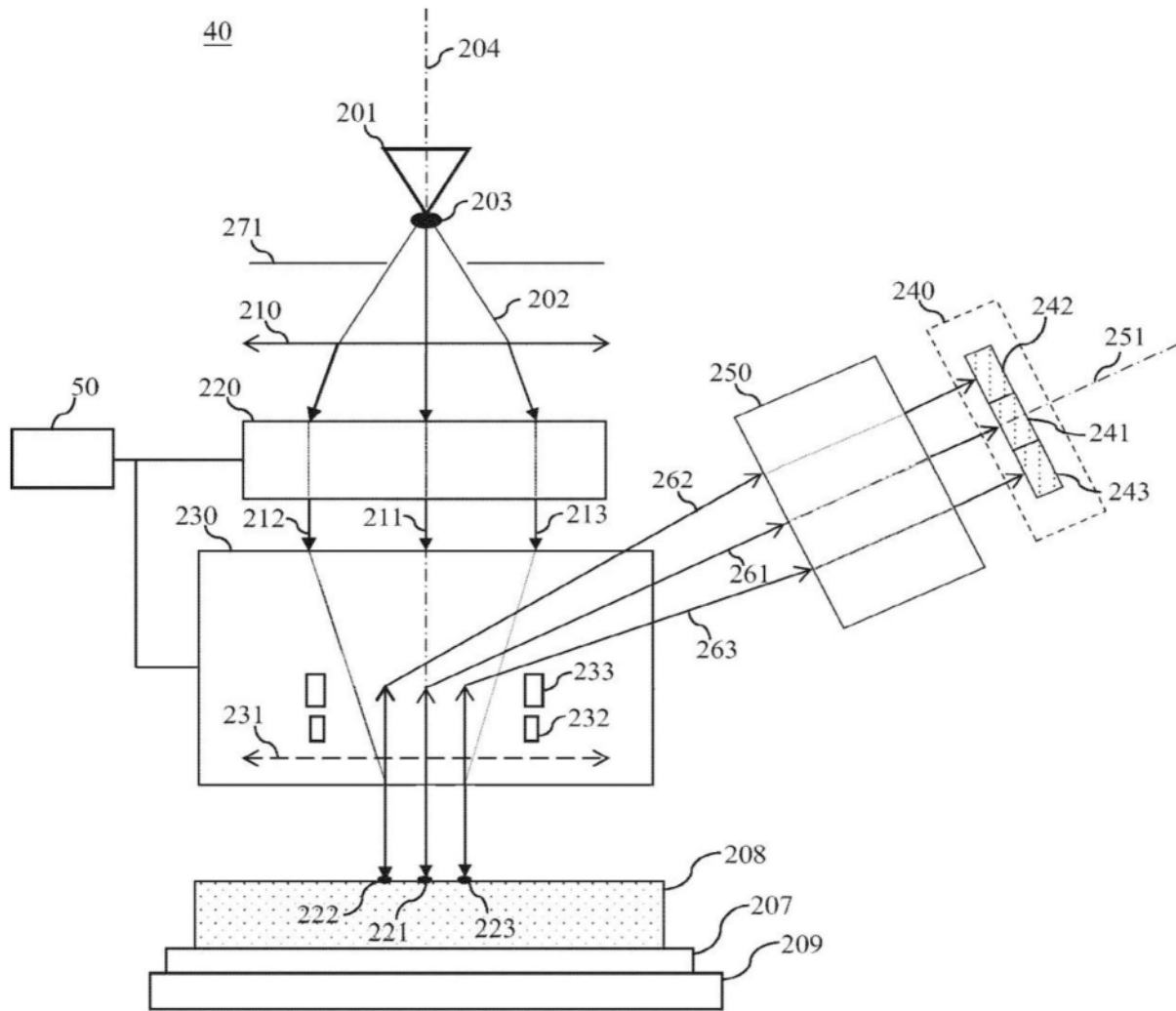


图2

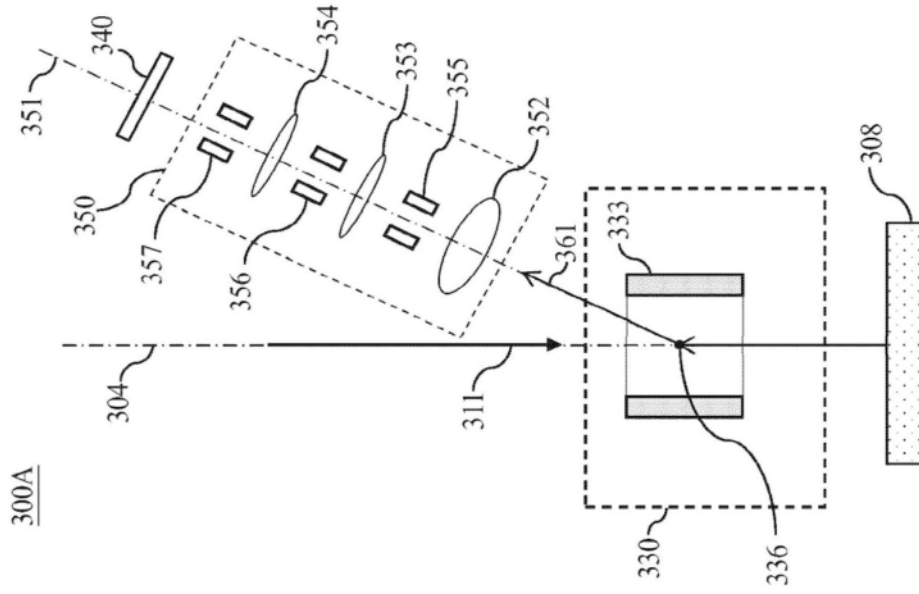


图3A

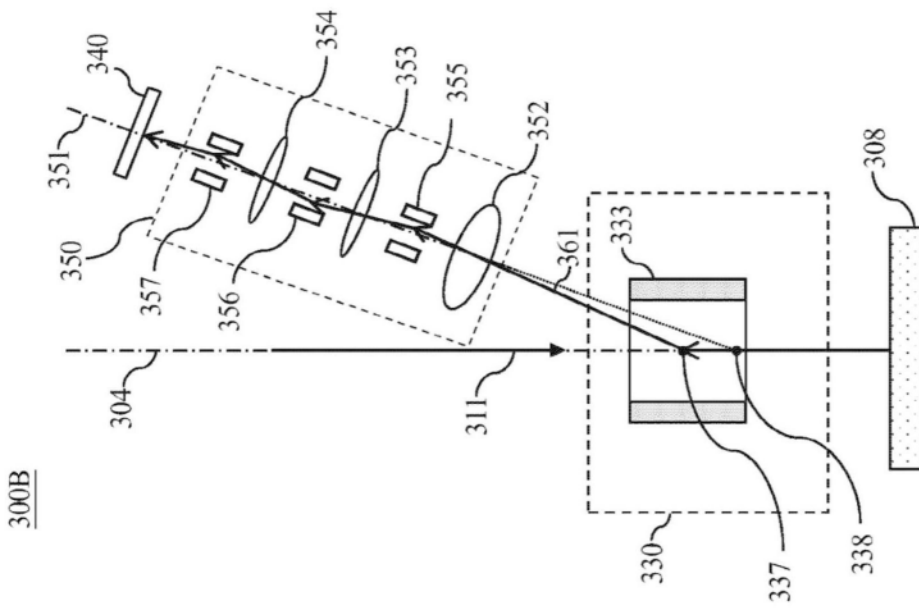


图3B

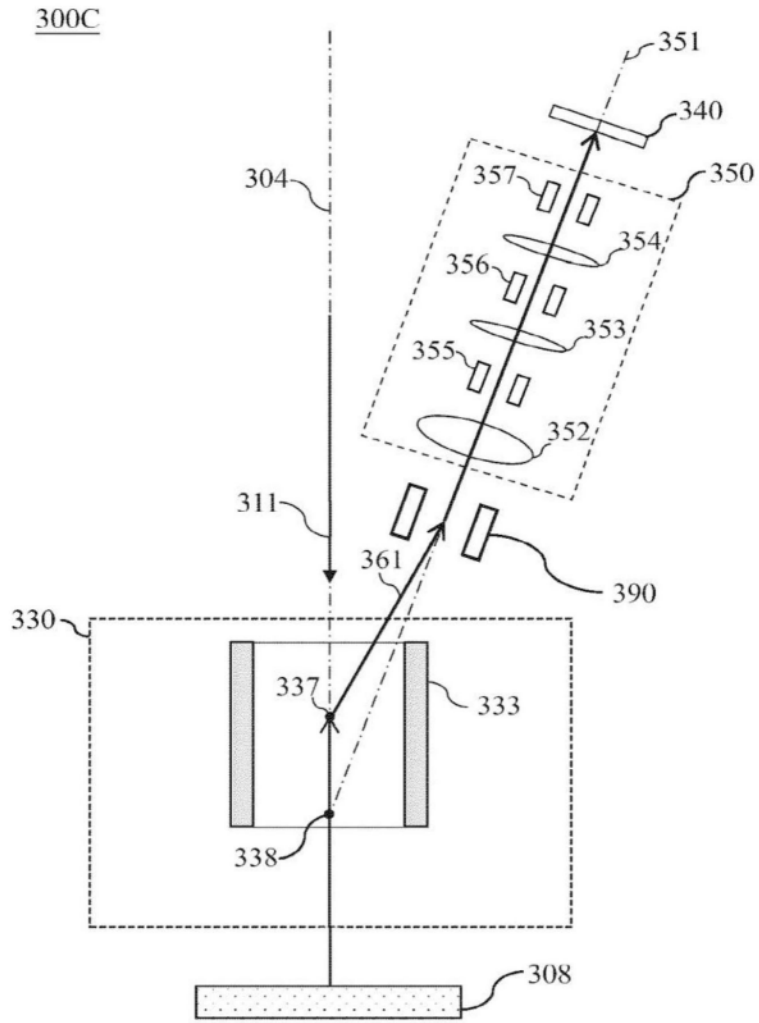


图3C

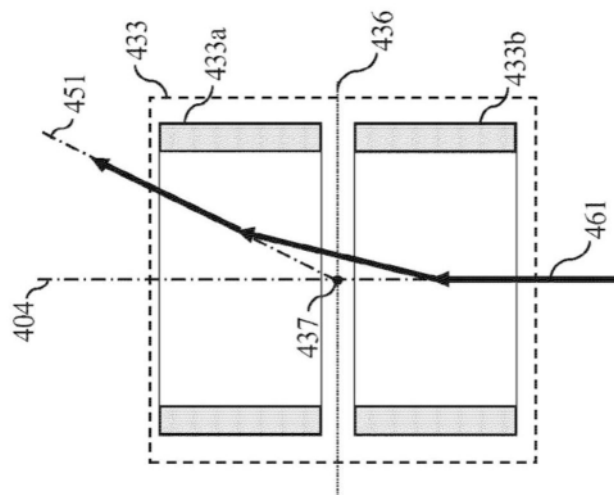


图4A

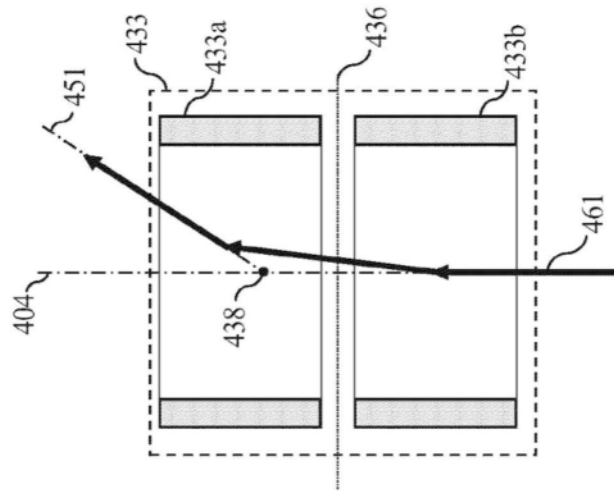


图4B

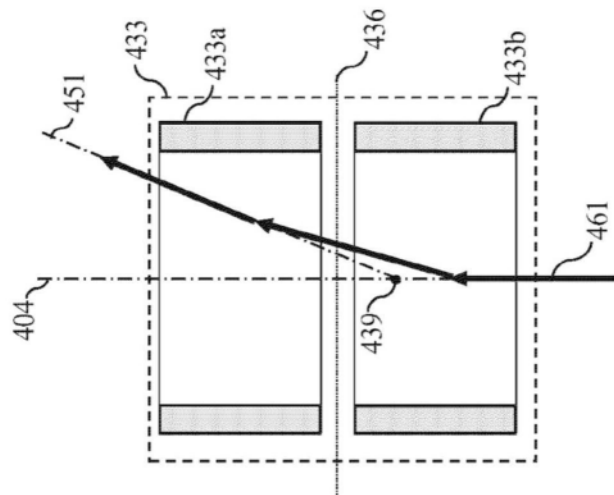


图4C

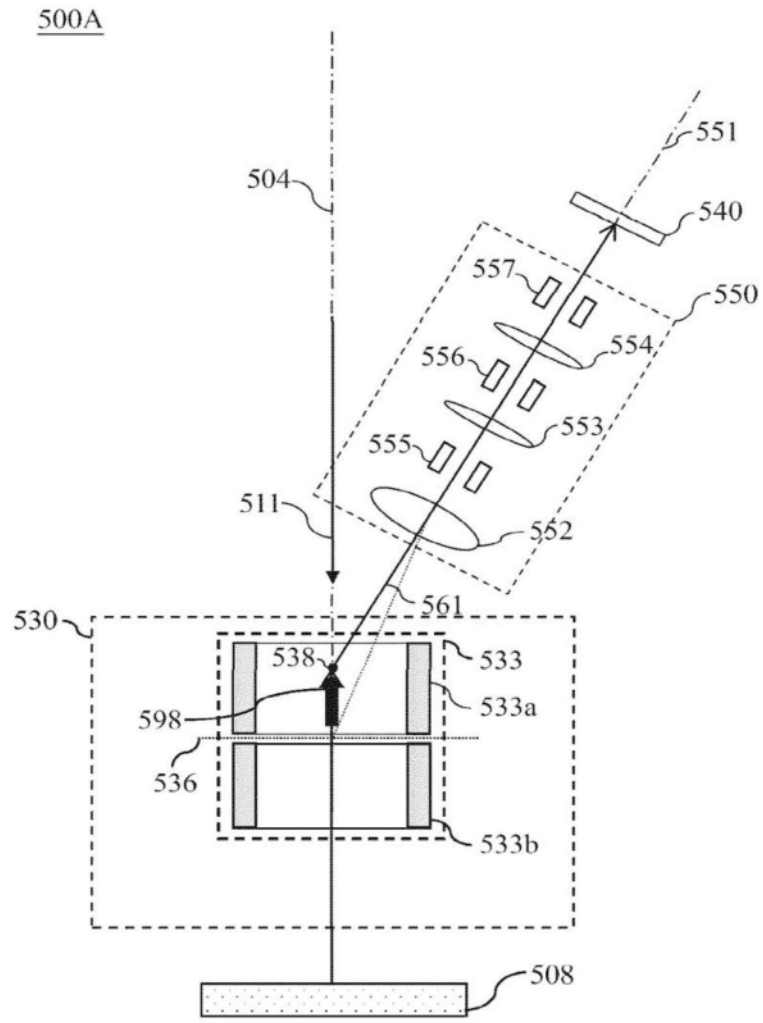


图5A

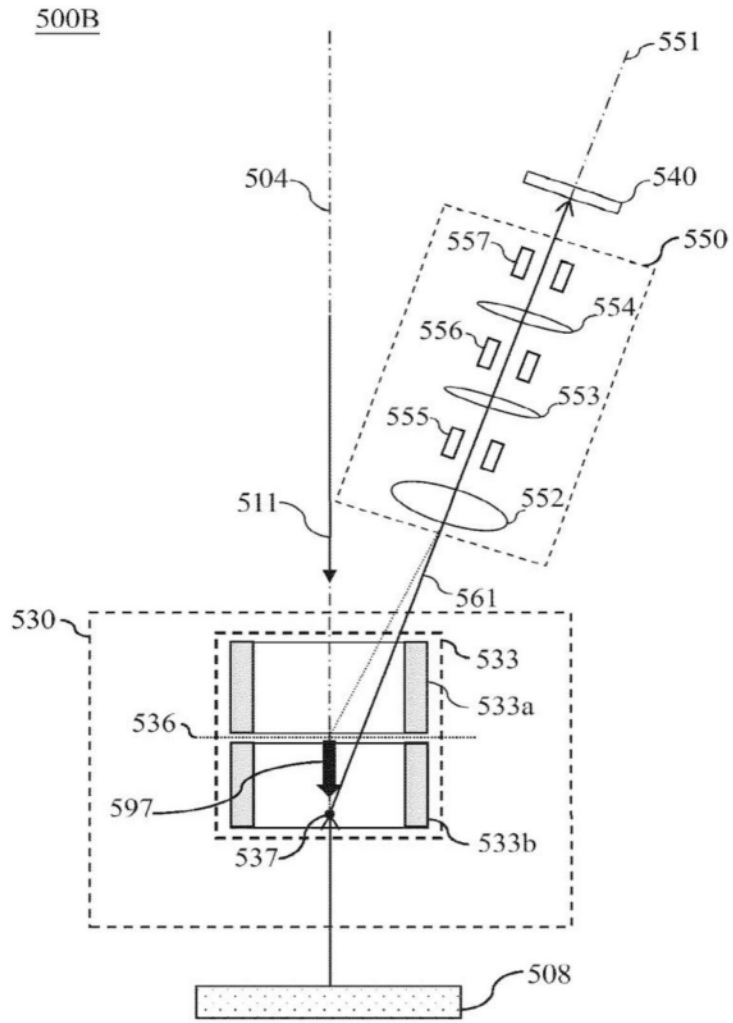


图5B

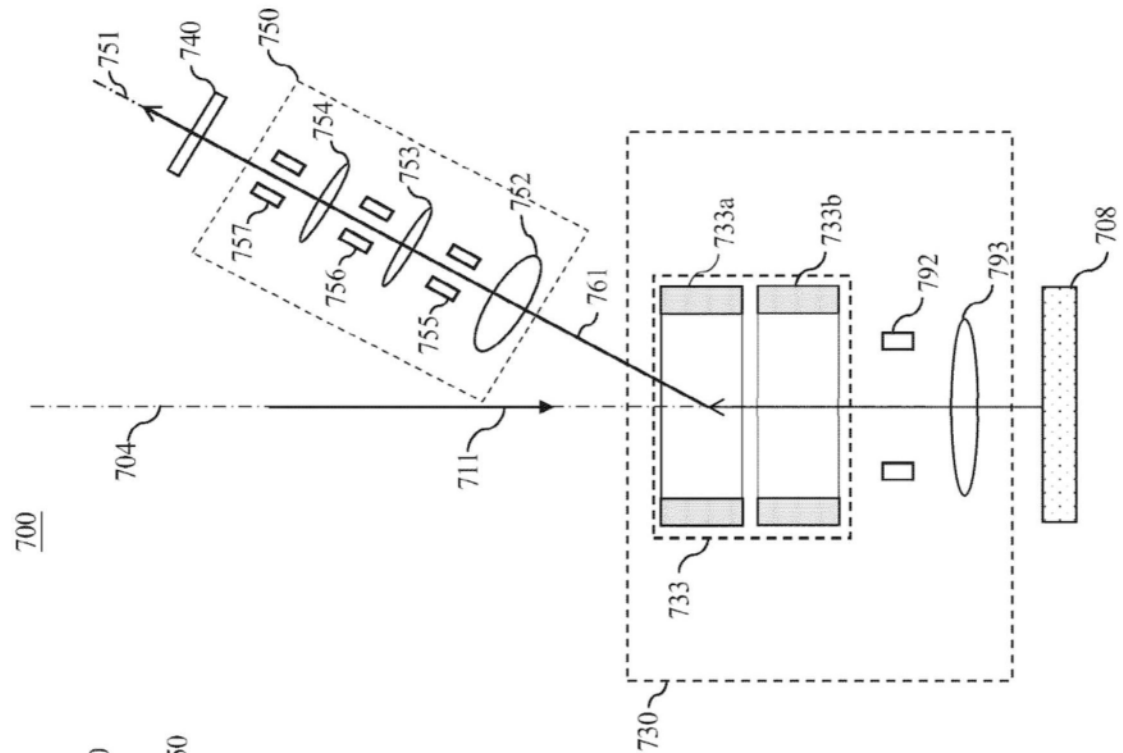


图6

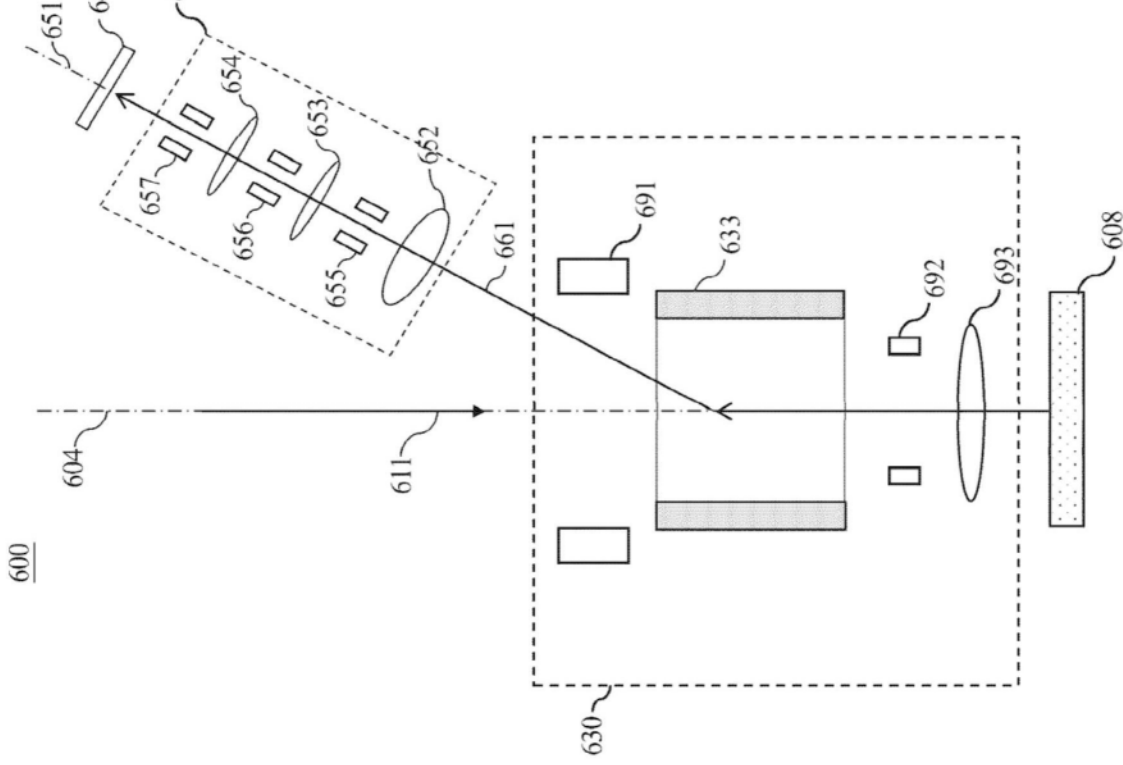


图7

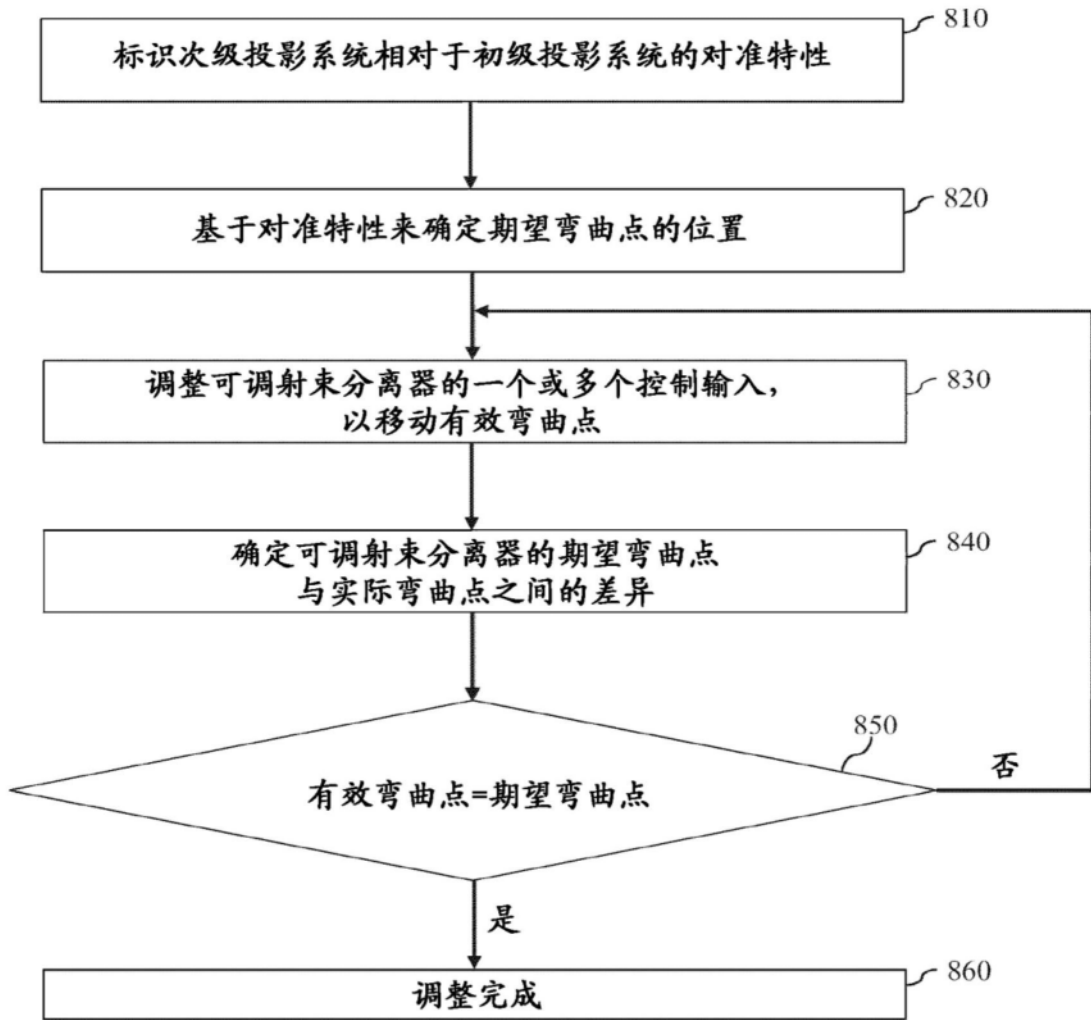


图8