



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115343310 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202210968490.9

(22) 申请日 2012.07.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115343310 A

(43) 申请公布日 2022.11.15

(30) 优先权数据
61/506,892 2011.07.12 US
13/544,954 2012.07.09 US

(62) 分案原申请数据
201280040556.2 2012.07.10

(73) 专利权人 科磊股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 阿纳托利·罗曼诺夫斯基
伊万·马列夫
丹尼尔·卡瓦尔德杰夫

尤里·尤迪特斯凯 迪尔克·沃尔
史蒂文·比耶拉卡

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287
专利代理师 刘丽楠

(51) Int.Cl.
G01N 21/95 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2007013898 A1, 2007.01.18

审查员 张鸿淋

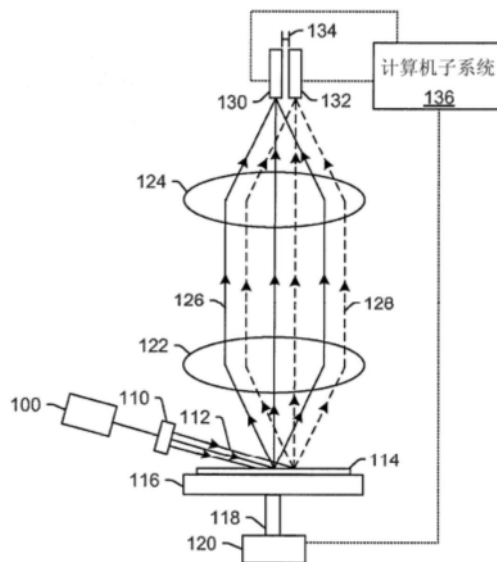
权利要求书3页 说明书28页 附图7页

(54) 发明名称

晶片检查

(57) 摘要

本发明涉及晶片检查。本发明揭示一种经配置以检查晶片的系统,该系统包括照明子系统,其经配置以使由所述照明子系统将多个脉冲光束中的第一者引导到晶片上的区域在时间上早于将所述多个脉冲光束中的第二者引导到所述区域;扫描子系统,其经配置以使所述多个脉冲光束跨所述晶片进行扫描;集光子系统,其经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的光成像到一个或多个传感器;计算机子系统,其经配置以使用所述一个或多个传感器的所述输出来检测所述晶片上的缺陷。本发明中的系统可优化检查速度及/或灵敏性。



1. 一种经配置以检查晶片的系统,其包括:

照明子系统,其经配置以通过所述照明子系统先将多个脉冲光束中的第一者引导到晶片上的区域,接著再将所述多个脉冲光束中的第二者引导到所述区域,其中所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者在所述晶片上具有彼此不同的形状及大小,其中所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者具有彼此不同的波长、彼此不同的偏振或彼此不同的波长及偏振;

扫描子系统,其经配置以使所述多个脉冲光束跨所述晶片进行扫描;

集光子系统,其经配置以将从所述晶片上的所述区域散射的光成像到一个或多个传感器,其中所述一个或多个传感器响应于所述所散射的光而产生输出;

计算机子系统,其经配置以使用所述一个或多个传感器的所述输出来检测所述晶片上的缺陷,且使用响应于归因于所述多个脉冲光束中的所述第一者的照明的来自所述区域的所述所散射的光的所述输出来确定应被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的功率;

基于微机电系统的光学切换装置,其位于所述集光子系统和所述传感器之间;以及

至少一个额外传感器,其中所述光包括光脉冲,其中所述所散射的光包括散射光脉冲,且其中所述光学切换装置经配置以将由所述光脉冲中的第一组产生的所述散射光脉冲中的第一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲中的第一组后的所述光脉冲中的第二组产生的所述散射光脉冲中的第二者引导到所述至少一个额外传感器。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述照明子系统包括Q切换激光器,且其中所述计算机子系统经配置以当应被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的所述功率被确定为零时,阻止照明所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者从所述Q切换激光器产生。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述计算机子系统进一步经配置以监测实际上被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的功率且基于被引导到所述区域的所述功率来更改所述系统的一个或多个参数,以使实际上被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的所述功率正规化。

4. 一种经配置以检查晶片的系统,其包括:

照明子系统,其经配置以将多个光束引导到晶片上的实质上相同的区域;

扫描子系统,其经配置以使所述多个光束跨所述晶片进行扫描;

集光子系统,其经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像到传感器,其中所述传感器经配置以响应于所散射的光而产生输出;以及

计算机子系统,其经配置以使用所述传感器产生的所述输出来检测所述晶片上的缺陷,其中所述计算机子系统进一步经配置以使用响应于归因于所述多个光束中的第一者的照明而来自所述实质上相同的区域的散射光的输出来确定应被引导到所述实质上相同的区域的所述多个光束中的第二者的功率;

基于微机电系统的光学切换装置,其位于所述集光子系统和所述传感器之间;以及

至少一个额外传感器,其中所述光包括光脉冲,其中所述所散射的光包括散射光脉冲,且其中所述光学切换装置经配置以将由所述光脉冲中的第一组产生的所述散射光脉冲中的第一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲中的第一组后的所述光脉冲中的第二组

产生的所述散射光脉冲中的第二者引导到所述至少一个额外传感器。

5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述照明子系统包括Q切换激光器,且其中所述计算机子系统经配置以当应被引导到所述区域的所述多个光束中的所述第二者的所述功率被确定为零时,阻止照明所述区域的所述多个光束中的所述第二者从所述Q切换激光器产生。

6. 根据权利要求4所述的系统,其进一步包括包含图像增强器的额外传感器,其中所述集光子系统进一步经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像于所述额外传感器,其中所述额外传感器响应于所述所散射的光而产生额外输出,且其中所述计算机子系统进一步经配置以使用所述额外输出替代当传感器电子噪声主导所述传感器中的总通道噪声时的输出来检测所述晶片上的缺陷。

7. 如权利要求4所述的系统,其进一步包括经配置以进行光子计数的额外传感器,其中所述集光子系统进一步经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像于所述额外传感器,其中所述额外传感器响应于所述所散射的光而产生额外输出,且其中所述计算机子系统进一步经配置以使用所述额外输出来检测所述晶片上的缺陷。

8. 根据权利要求4所述的系统,其中所述照明子系统包括频率转换激光器,其中所述光包括光脉冲,且其中被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上无变化且在所述光脉冲的持续时间具有实质上恒定的强度。

9. 根据权利要求8所述的系统,其中所述照明子系统包括耦合到所述激光器的光束整形光学元件。

10. 根据权利要求4所述的系统,其中所述照明子系统包括频率转换激光器,其中所述光包括光脉冲,且其中被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间具有实质上恒定的强度。

11. 根据权利要求4所述的系统,其中所述光包括光脉冲,其中所述所散射的光包括散射光脉冲,其中所述光学切换装置经配置以分离在所述集光子系统的集光数值孔径的不同区段中收集的散射光脉冲,且其中所述光学切换装置进一步经配置将由所述光脉冲中的第一组产生的所述散射光脉冲的所述不同区段的仅一者引导到所述传感器且接着将由在所述光脉冲中的第一组后的所述光脉冲中的第二组产生的所述散射光脉冲的所述不同区段的仅另一者引导到所述传感器。

12. 根据权利要求4所述的系统,其中所述光包括光脉冲,其中所述所散射的光包括散射光脉冲,且其中所述传感器相对于所述光脉冲在时间上同步,以仅检测具有预定到达时间的所述散射光脉冲。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中具有预定到达时间的所述散射光脉冲包含荧光或光致发光。

14. 根据权利要求4所述的系统,其中所述光包括光脉冲,其中所述散射光包括散射光脉冲,其中所述扫描子系统进一步经配置以通过旋转所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且其中当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述照明子系统进一步经配置以使将所述光脉冲引导到所述晶片上的所述区域的频繁度少于当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时的频繁度。

15. 根据权利要求4所述的系统,其中所述光包括光脉冲,其中所述散射光包括散射光

脉冲,其中所述扫描子系统进一步经配置以通过旋转及平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,其中所述传感器包括区域传感器,其中当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以一个或多个非弯曲线跨所述晶片进行扫描,且其中当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以螺旋方式跨所述晶片进行扫描。

晶片检查

[0001] 分案申请的相关信息

[0002] 本申请是申请日为2012年7月10日、申请号为“202010984361.X”、发明名称为“晶片检查”的分案申请的分案申请。

[0003] 相关申请案的交叉参考

[0004] 本申请案主张2011年7月12日申请的标题为“样本检查系统 (Sample Inspection System)”的第61/506,892号美国临时申请案的优先权,所述申请案以引用的方式并入本文中,如同在本文中完全陈述一般。

技术领域

[0005] 本发明大体上涉及经配置以检查晶片的系统。

背景技术

[0006] 不应由于下文的描述及实例包含在此章节内而将其视为现有技术。

[0007] 在半导体制造过程期间,在多个步骤使用检查过程来检测晶片上的缺陷,以提高制造过程中的更高良率且因此获得更高的利润。检查一直是制造半导体装置的重要部分。然而,随着半导体装置的尺寸减小,检查对成功地制造可接受的半导体装置愈加重要,因为较小的缺陷可能造成所述装置出现故障。

[0008] 在晶片检查系统中,需要对颗粒、异常及其它类型缺陷具有提高的灵敏性,同时维持总检查速度(以每小时的晶片数计算)。暗场光学检查系统一般使用激光光来以特定图案(个别的点、线或区域)照射晶片且使用集光光学器件将散射光引导在一组对应的传感器上。

[0009] 与照射所述晶片的一点(尺寸以微米计)或一线(宽度(微米)乘以长度(mm))相比,同时照射所述晶片的大区域(大约1mm乘以1mm)的检查系统的一个优点在于:存在可并行地从数千到数百万个个别检测器获取信息的许多种类的二维传感器。此外,因为照明光学器件及积分个别传感器的复杂性,点照射检查系统实际上受限于数十个点,因此限制可实现的处理量。点及线扫描系统的另一缺点在于,照明能量集中在相对小的区域中,从而增加经检查表面上的功率密度,这可不合意地改变样本性质。

[0010] 众所周知的是,与螺旋顺序相比,XY(或蜿蜒)检查顺序提供较低的检查处理量;因此,在一些情况下,螺旋轨迹(通常称为R-Theta)是合意的。螺旋检查系统的实例包含SP1及SP2仪器,美国加州苗必达(Milpitas)市KLA-Tencor公司有售。

[0011] 尽管区域检查系统具有如在上文描述及在技术(例如,颁与格塔(Guetta)的第7,286,697号美国专利)中描述的优点,但是在R-Theta平台上实施此配置被证明是具有挑战性的,这是因为存在所产生的图像的螺旋顺序与大多数二维阵列传感器的直线本质的固有失配。通过实时对准并对齐极性图像来检测缺陷是一项需要大量计算的活动。此外,与离散型检测器(例如,光电倍增管(PMT))相比,由大多数二维的基于硅的传感器添加到测量的额外噪声实际上降低了此类系统的灵敏性性能。在基于XY的区域检查系统上,不存在坐标失

配问题,但此类系统的先前实施例无法高速检测所关注的所有缺陷,这是因为所述照明子系统及集光子系统缺乏灵活性。

[0012] 因此,有利的是开发不具有上述缺点中的一者或一者以上的检查系统及/或方法。

发明内容

[0013] 下文对各种实施例的描述决不应被解读为限制所附权利要求书的标的物。

[0014] 一个实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。所述系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以在所述晶片上同时形成多个照明区域,其中所述区域中的每一者之间实质上无照明通量。所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置以跨所述晶片扫描多个照明区域。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以同时且单独地将所述区域中的每一者散射的光成像到两个或两个以上传感器上。所述两个或两个以上传感器的特性经选择成使得所述散射光并不成像到所述两个或两个以上传感器之间的间隙中。所述两个或两个以上传感器响应于所述散射光而产生输出。所述系统进一步包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述两个或两个以上传感器的输出来检测所述晶片上的缺陷。此系统可进一步如本文所述进行配置。

[0015] 另一实施例涉及另一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以将多个光束引导到晶片上的实质上相同的区域。所述多个光束具有实质上相同的波长及偏振特性。所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置使所述多个光束跨所述晶片进行扫描。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以将所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像到传感器。所述传感器响应于所述散射光而产生输出。所述系统进一步包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述传感器的所述输出来检测所述晶片上的缺陷。此系统可进一步如本文所述进行配置。

[0016] 一额外实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以使由所述照明子系统将多个脉冲光束中的第一者引导到晶片上的一区域在时间上早于将所述多个脉冲光束中的第二者引导到所述区域。所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者在所述晶片上具有彼此不同的形状及大小。所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者具有彼此不同的波长、彼此不同的偏振或彼此不同的波长及偏振。所述系统还包含扫描子系统,其经配置以使所述多个脉冲光束跨所述晶片进行扫描。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以将所述晶片上的所述区域散射的光成像到一个或一个以上传感器。所述一个或一个以上传感器响应于所述散射光而产生输出。所述系统进一步包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述一个或一个以上传感器的所述输出来检测所述晶片上的缺陷,且使用响应于归因于所述多个脉冲光束中的所述第一者的照明的来自所述区域的所述散射光的所述输出来确定应被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的功率。此系统可进一步如本文所述进行配置。

[0017] 一进一步实施例涉及另一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以将光脉冲引导到晶片上的区域。所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置以使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以将所述晶片上的所述区域散射的光脉冲成像到传感器。所

述传感器经配置以积分一定数目的散射光脉冲,且所述散射光脉冲的数目小于可成像在所述传感器的整个区域上的散射光脉冲的数目。所述传感器经配置以响应于积分的散射光脉冲而产生输出。所述系统进一步包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述传感器产生的所述输出来检测所述晶片上的缺陷。此系统可进一步如本文所述进行配置。

[0018] 另一实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以将光引导到晶片上的区域。所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置以使所述光跨所述晶片进行扫描。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以将从所述晶片上的所述区域散射的光成像到传感器。所述传感器经配置以响应于所述散射光而产生输出。所述系统进一步包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述传感器产生的所述输出来检测所述晶片上的点缺陷、确定所述点缺陷的以像素计的大小、基于所述点缺陷的大小确定所述系统的聚焦条件及基于所述聚焦条件改变所述系统的一个或一个以上参数。此系统可进一步如本文所述进行配置。

[0019] 额外实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。所述系统包含照明子系统,所述照明子系统经配置以将光引导到晶片上的区域。所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置以使所述光跨所述晶片进行扫描。此外,所述系统包含集光子系统,所述集光子系统经配置以将从所述晶片上的所述区域散射的光成像到传感器。所述传感器经配置以响应于所述散射光而产生输出。所述系统还包含计算机子系统,所述计算机子系统经配置以使用所述传感器产生的输出来检测所述晶片上的缺陷。此系统可进一步如本文所述进行配置。

附图说明

[0020] 在阅读下文的详细描述之后且在参考附图之后,本发明的其它目的及优点将即刻显而易见,其中:

[0021] 图1为说明经配置以检查晶片的系统的一个实施例的侧视图的示意图;

[0022] 图2为说明晶片上的呈矩形的多个照明区域的一个实施例的平面图的示意图;

[0023] 图3到6为说明经配置以检查晶片的系统的各种实施例的侧视图的示意图;

[0024] 图7为说明晶片的中心区及所述晶片的所述中心区外侧的区的一个实施例的平面图的示意图;

[0025] 图8为说明可通过本文所述的实施例扫描晶片的中心区及所述晶片的所述中心区外侧的区的不同方式的一个实施例的平面图的示意图;

[0026] 图9为说明经配置以检查晶片的系统的一个实施例的侧视图的示意图;

[0027] 图10为说明以实质上相同的极角及不同的方位角被引导到晶片上的所述实质上相同的区域的多个光束的一个实施例的平面图的示意图;

[0028] 图11为说明所述晶片上的具有彼此不同形状及大小的多个光束的一个实施例的平面图的示意图;

[0029] 图12为说明经配置以检查晶片的系统的一个实施例的侧视图的示意图;

[0030] 图13为说明多个光束的一个实施例的侧视图的示意图,所述多个光束包含由照明子系统的光源产生的光束及通过收集从所述晶片上的所述实质上相同的区域反射的光且将所收集的光引导回到所述晶片上的所述实质上相同的区域而形成的额外光束;

[0031] 图14为说明包含矩形像素阵列的传感器的一个实施例的平面图的示意图;及

[0032] 图15为说明根据经配置以检查晶片的系统的聚焦条件,以像素计的点缺陷的大小可如何变动的平面图的示意图。

[0033] 本发明可容许多种修改及替代形式,各图中以举例的方式展示本发明的特定实施例且本文将详细描述所述特定实施例。然而,应理解,本发明的图式及关于图式的详细描述并不意在将本发明限于所揭示的特定形式,相反地,其意在涵盖属于所附权利要求书界定的本发明的精神及范围内的所有修改、等效屋及替代方案。

具体实施方式

[0034] 一般来说,本文所述的实施例涉及晶片检查方法及系统,其包含下列步骤:使照明(例如,激光照明)入射到所述晶片上;以某种方式平移所述晶片或所述晶片上的照明点;通过集光子系统(其可包含集光物镜)收集散射光;在集光光学器件中,基于可选择的偏振及/或散射角特性可分割所述散射光;将所述散射光的选定部分引导到一个或一个以上传感器;且通过处理由所述(多个)传感器所产生的输出(例如,图像信息)来检测缺陷。

[0035] 现参考图式,应注意,所述图式并非按比例绘制。特定来说,对图中的一些元件的比例予以特别夸大以强调所述元件的特性。应注意,所述图式并非以相同的比例绘制。已经使用相同的参考数字指示一个以上图中所示的可经类似配置的元件。

[0036] 一个实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。为了优化检查速度及/或灵敏性,可使用空间上不连续的照明轮廓。例如,此系统包含照明子系统,其经配置以在所述晶片上同时形成多个照明区域,其中所述区域中的每一者之间实质上无照明通量。以此方式,所述系统经配置以进行多点(“多小块(multi-patch)”)区域检查。

[0037] 本文所述的所有照明子系统包含可能耦合到一些照明光学器件的一个或一个以上光源。例如,多小块照明可由三种方法产生:多个激光器,且每个激光用于一个小块;来自一个激光器的多个激光束;及衍射光学元件,其使一个或一个以上激光束分离。在一个此类实例中,所述照明子系统可包含一光源(或多个)光源,其用偏振光以特定的入射角或多个离散的入射角照射所述晶片。用于检查的最佳照明入射角在其它因素中取决于被检查的晶片类型及所关注的待检测缺陷。所述照明子系统可经配置以允许循序或同时地以近乎法向入射角及/或45度或更大的倾斜角进行照明。此外,所述光源可为脉冲激光。

[0038] 所述多个照明区域可在晶片上展现不同的横截面形状,例如,实质上平顶形、高斯(Gaussian)光束形、非高斯光束形、任何其它结构化区域照明等等。例如,多个平顶形照明区域可形成在所述晶片上,其中这些区域之间无照明通量。可在所述晶片的表面(例如所述晶片的最上(表面)上形成所述多个照明区域。然而,还可在具有膜的晶片上、在膜堆叠中的特定界面处或甚至在子表面(例如,所述晶片内)处形成所述多个照明区域。

[0039] 在一个实施例中,所述多个照明区域中的每一者在所述晶片上呈矩形。例如,如图2中所示,多个照明区域200中的每一者可在晶片202上呈矩形,且晶片行进的方向可在由箭头204展示的方向上。在图2所示的实施例中,在所述晶片上形成三个分离的照明区域(或小块),如本文将进一步描述(例如,由三个单独的激光束或衍射光学元件形成)。可用与当前的多点检查系统中使用的方法类似的方法完成所述小块的交错。

[0040] 在激光区域检查中的此实施方案的一个优点在于,所述实施方案是针对相对快速

的传感器倾向于呈实质上矩形(即,所述传感器的一个尺寸实质上长于另一尺寸)的问题的解决方案。难以在晶片上制作实质上矩形的小块(例如,40:1或100:1的纵横比)。在本文所述的实施方案中,纵横比为13:1或33:1的三个小块可分别替代40:1或100:1的小块,且三个较慢的传感器可替代一个较大的实质上细长的传感器。一般来说,对于区域检查模式系统,可考虑1:1到100:1之间的比率。在一实施例中,在所述晶片上,所述多个照明区域彼此并不重叠。例如,由于此系统为“在运行中闪光(flash on the fly)”,所以可使所述小块以在所述晶片上彼此并不重叠的方式布置,且平台(本文将进一步描述)将仅在每次闪光之间移动正确的量。如果较便利,那么可将所述小块以 1×3 阵列投影,而非以 3×1 阵列投影。本文中使用的术语“在晶片上的矩形形状”一般是指实质上矩形但可能由于使任何光束成像所受到的固有限制而并非为精确矩形。

[0041] 在一个实施例中,所述照明子系统使用从单一光束产生的多个光束在所述晶片上形成多个照明区域。例如,可使用衍射光学元件从一个光束产生所述多个光束。在如图1中所示的一个此实施例中,照明子系统包含光源100及衍射光学元件110。所述光源及所述衍射光学元件经配置成使得由所述光源产生的光束被引导到所述衍射光学元件,且所述衍射光学元件从所述单一光束产生两个或两个以上(例如,三个)光束112。所述光源可包含本文所述的任何光源,且所述衍射光学元件可包含此项技术中已知的任何合适的衍射光学元件。如图1中所示,所述多个光束可以倾斜入射角被引导到晶片114。然而,所述多个光束可以任何其它合适的入射角被引导到所述晶片,如本文进一步描述。如图1中所示的所述照明子系统可包含任何其它合适的光学元件,例如反射光学元件、折射光学元件、偏振器、小孔、光束整形元件、波长滤光器等等。

[0042] 在另一实施例中,所述照明子系统使用由多个光源产生的多个光束在所述晶片上形成多个照明区域。例如,如图3中所示,所述照明子系统可包含多个光源300、302及304。所述光源可包含本文所述的任何光源,例如脉冲激光器。所述多个光源中的每一者经配置以产生具有相同特性的光(例如,所述多个光源中的每一者为相同品牌及型号的激光器)。如图3中所示,所述多个光源可产生多个光束306,且所述多个光束可以相同的入射角或大约相同的入射角被引导到晶片114。然而,所述多个光束可为以不同角度入射的三个激光束。此外,尽管图3中展示所述多个光束为以倾斜入射角被引导到所述晶片,所述多个光束还可以法向入射角或近乎法向入射角被引导到所述晶片。图3中所示的所述照明子系统可包含任何其它合适的光学元件,例如上述的光学元件。图3中所示的系统可进一步如本文所述进行配置。

[0043] 在一些实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时地形成所述多个照明区域,且被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上无变化且在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度。例如,本文所述的所述照明子系统可在区域模式检查中使用具有空间平顶形照明及时间平顶形照明输出的频率转换激光器。区域模式检查系统通常使用所述晶片的表面上连续的高斯形或“平顶形”照明轮廓。在一个此类实施例中,所述照明子系统包含耦合到所述激光器的光束整形光学元件。例如,如图6中所示,所述照明子系统可包含耦合到光源100的光束整形光学元件600,光源100在此例子中可为激光器。所述光束整形光学元件可包含此项技术中已知的任何类型的光束整形光学元件。此外,尽管图6展示所述光束整形

光学元件仅耦合到一个光源而使得所述光束整形光学元件处于仅一个光束的路径中,但是光束整形光学元件可耦合到包含在本文所述的所述照明子系统任一者中的所述光源中的每一者或者可定位在本文所述的所述系统所使用的所述照明束中的每一者的路径中。图6中所示的所述照明子系统及系统可进一步如本文所述进行配置。所述平顶形光束可不仅由所述激光的外部的衍射光学元件或其它光束整形光学器件产生,而且还由于优化非线性频率转换过程的自然结果而在所述激光本身内部产生。一种额外的选择为使用提供用户指定的时间脉冲形状的激光器,以进一步减小晶片受损的可能性。例如,大多数常用的脉冲激光在时间上表现出大致双曲线正割脉冲形状,其中峰值强度为平均强度的2倍以上。然而,激光技术的近期发展已使得可产生所谓的“平顶形”或“棚车形(box car)”时间脉冲形状。这些脉冲的峰值强度基本上等于平均强度,且可使检查处理量提高约2倍。

[0044] 在另一实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时地形成所述多个照明区域,且被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度。此实施例可如上所述进行配置,但不同之处在于允许所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上变动。

[0045] 所述系统还包含扫描子系统,所述扫描子系统经配置以跨所述晶片扫描所述多个照明区域。所述扫描子系统可包含卡盘,在检查期间,所述卡盘将所述晶片固持在适当位置。例如,如图1所示,扫描子系统可包含卡盘116。所述卡盘可为边缘抓握卡盘、真空卡盘或气动轴承卡盘。一个卡盘可支撑多个晶片直径(例如,300mm及450mm)或单一衬底直径。所述扫描子系统还可包含耦合到卡盘116且耦合到定位子系统120的轴杆118。所述定位子系统可包含经配置以使轴杆118旋转及/或平移的多种元件,例如电机、齿轮、平台等等。可以使轴杆118的旋转及/或平移致使所述卡盘且因此所述晶片的旋转及/或平移的方式将轴杆118耦合到卡盘116。

[0046] 所述扫描子系统可以螺旋式或X-Y式或如本文进一步描述以所述两者的某组合使所述晶片平移。特定来说,除了上述的螺旋式扫描之外,还可采用X-Y蜿蜒扫描及RT-XY混合扫描来使所述晶片相对于所述照明光学器件及集光光学器件平移。本文所述的螺旋运动检查系统类似于美国加州苗必达市的KLA-Tencor公司有售的SP1及SP2检查系统,且本文将描述一些显著的不同之处。例如,所述晶片上的照明区域实质上较大,一般延伸数百微米直到若干毫米,心轴旋转速率相对适度,一般不超过1,000rpm到5,000rpm,且集光子系统可具有近乎衍射限制的表现。此外,可通过本文的系统检查直径达到且超过450mm的衬底。

[0047] 在螺旋检查系统中,所述晶片的中心处的旋转速率应足以支持产生具有所要的重叠的检查帧。在一个实施例中,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时地形成多个照明区域,从所述区域中的每一者散射的光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述照明子系统经配置以使同时将所述光脉冲引导到所述晶片上的所述多个照明区域的频繁度小于当所述光脉冲跨所述晶片的中心区的外侧进行扫描时的频繁度。例如,对于在旋转平台上使用脉冲激光及区域传感器的检查,在接近所述晶片的所述中心处,当所述晶片的线性速率在所述晶片的所述中心处与半径成比例地减小,所述激光脉冲的触发频率可愈加减小。以此方式,扫描以较小的速率(以每单位时间的面积计)继续进行,而检查的灵敏性则保持恒定。尚未使用所述激光的全平均功率。或者,在扫描期间,只要所述光

源不引起对所述晶片的损坏,就可连续地减小被照明的面积。在如图7所示的一个此实施例中,晶片114的中心区700可为包围晶片的中心702且与所述晶片的边缘704隔开的区。所述中心区可包围所述晶片内部的三分之一或所述晶片内部的四分之一。包含于所述晶片的所述中心区中的所述晶片的部分可取决于例如所述晶片的旋转速度、所述晶片的直径、所述激光的功率及与所述晶片在任何给定时间所暴露于的功率相关的任何其它参数。

[0048] 在一实施例中,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时地形成所述多个照明区域,从所述区域中的每一者散射的光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转及平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,所述两个或两个以上传感器包含区域传感器,当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以一个或一个以上非弯曲线跨所述晶片进行扫描,且所述光脉冲当跨所述晶片的所述中心区的外侧进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以螺旋方式跨所述晶片进行扫描。以此方式,本文所述的实施例可经配置以在检查期间用脉冲激光及区域传感器在旋转平台上进行混合扫描。例如,在所述混合方法中,可以螺旋方式扫描所述晶片的大部分。在如图8中所示的一个此类实例中,可以螺旋方式802扫描所述晶片的中心区700的外侧的晶片114的区800(其可如上界定)。接着,可进行一连串的小幅度xy蜿蜒移动或单一线性运动或在角旋转之后进行线性运动的组合对所述晶片的中心区700进行扫描。以此方式,可以线性方式804扫描所述中心区,其中在x方向或y方向执行扫描,且在扫描之间在相反的方向上逐步平移,或以径向方式806扫描所述中心区,其中在晶片的逐步旋转之间沿所述晶片的半径执行扫描。以此方式,可避免无法扫描所述晶片的所述中心的任何部分(这可在晶片相对于所述扫描子系统或光学器件的对准不精准的情况下发生),从而适当地对准来自所述传感器的输出的挑战性变得较小,且检查处理量可增加。此外,可根据光源的重复率而最小化跨所述矩形传感器的圆形轨道的“拖尾(smearing)”效应。

[0049] 所述系统包含集光子系统,其经配置以同时且单独地使得从所述区域中的每一者散射的光成像到两个或两个以上传感器上。一般来说,本文所述的集光子系统可包含某种散射光集光器(例如,例如图1中所示的散射光集光器122的集光物镜)及耦合到所述散射光集光器的一些可能的额外光学元件(例如,小孔、分离器、偏振元件、一个或一个以上反射光学元件及一个或一个以上折射光学元件,如图1中所示的折射光学元件124)。相同的集光透镜可使来自所述区域中的每一者的散射光成像在多个传感器上。例如,如图1中所示,散射光集光器122可收集来自所述晶片上的所述多个照明区域的散射光126及来自所述晶片上的所述多个照明区域中的另一者的散射光128。

[0050] 所述集光子系统可包含用于收集从所述晶片散射的光的一个或多个物镜。除了相对较高数值孔径(NA)物镜,还可接近水平线地将其它组的较低NA或甚至非成像集光光学器件安置于集光半球体中。借此将收集来自这些角度的光散射信息,从而允许进一步俘获无法通过主物镜检测的关注缺陷及特征。

[0051] 所述集光子系统还可包含多种元件来选择性地对所述散射光进行滤光以提高所关注的缺陷俘获率且减小错误警报率。所述多种元件可包含本文所述的例如光学元件及基于微机电系统(MEMS)的装置。此外,所述多种元件可包含偏振器、分束器、小孔、空间滤光器等等。

[0052] 所述集光子系统可进一步包含一个或一个以上经配置以使经滤光的光成像到两

个或两个以上传感器(例如,两个或两个以上区域传感器)的光学元件。例如,图1中所示的折射光学元件124可经配置以使所述经滤光的光成像到如图1中所示的传感器130及132上。

[0053] 此外,所述集光子系统优选经配置成使得来自所述晶片上的所述多个照明区域的光单独地成像到仅对应的传感器上。例如,如图1中所示,来自所述多个照明区域中的第一者的散射光126仅成像到传感器130上,而来自所述多个照明区域中的第二者的散射光128仅成像到传感器132上。以此方式,来自所述多个照明区域中的一者以上的光将不会成像到相同的传感器上。

[0054] 所述两个或两个以上传感器的特性经选择成使得所述散射光不会成像到所述两个或两个以上传感器之间的间隙中。例如,传感器130及132可经选择及配置成使得散射光126及128并不成像到所述两个传感器之间的间隙134中。在一个此实例中,可使用两个较小且成本较低的传感器,而不会经历来自原本将成像到所述传感器之间的“间隙”中的散射激光的非所要灵敏性损失。由于包装限制、支持电子器件等等因素,离散型传感器之间的间隙通常是不可避免的。此外,对于二维传感器及其固有的限制(例如,其数据速率、列速率等等的限制),所述光源及所述传感器未必能良好地耦合在一起。一些当前使用的系统包含传感器焦点平面阵列以克服这些限制。然而,在本文所述的实施例中,所述光源及所述二维感测特性经匹配以克服所述限制。

[0055] 所述两个或两个以上传感器响应于所述散射光而产生输出。所述两个或两个以上传感器可包含点或分辨率相对低的传感器。所述两个或两个以上传感器还可包含,例如,离散型光电倍增管(PMT)、电荷耦合装置(CCD)、延时积分器(TDI)、互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器、科学CMOS(sCMOS)、PMT阵列、电子轰击CCD(EB-CCD)、电子倍增CCD(EM-CCD)、增强型光电二极管或雪崩光电二极管(APD)阵列。每一通道及/或传感器可经配置以通过使用波长滤光技术而响应于由晶片相互作用产生的照明波长或额外波长或两者的某组合。这允许更有选择性地检测所关注的某些类型的缺陷。此外,用于本文所述的系统中的所述传感器可根据用于检查的扫描类型及/或包含于所述照明子系统的光源而变动。例如,在XY扫描配置中,可使用具有较高重复率的模式锁定激光来照射所述晶片,以尽量避免经配置而以TDI模式获得数据的传感器发生由激光诱发的晶片损坏。

[0056] 在一些情况下,可基于所述两个或两个以上传感器的一个或一个以上特性而选择所述集光子系统的元件。例如,在一些情况下,所述集光子系统可包含一个或一个以上管透镜,且可基于所述两个或两个以上传感器的纵横比而选择所述一个或一个以上管透镜的变形比率。此外,如果对所述系统的不同通道使用不同的类型的传感器,那么不同的管透镜可具有不同的变形放大率,以确保每一传感器测量所述晶片上的相同区域。

[0057] 包含于所述集光子系统中的物镜可为在视场内衍射限制的相对高NA透镜。或者,可采用非衍射受限物镜。例如,在一个实施例中,所述集光子系统包含具有并非完全衍射限制的分辨率的散射光集光器。特定来说,为了降低成本,所述集光器设计及制造可适当地匹配于由所述集光通道中的相关的一般采用的小孔及偏振器所产生的失真点扩散函数。给定衬底类型,通过预先知晓目标缺陷几何形状及材料(例如,氧化硅球体)及优化所述缺陷的俘获率的光瞳滤光器或傅立叶(Fourier)平面滤光器,可计算所述物镜的分辨率的规格。降低对完全衍射限制的分辨率要求可为系统用户节省大量成本。

[0058] 本文所述的系统还可包含自动聚焦子系统(图中未展示)。所述自动聚焦子系统可

确保无论所述晶片、光源、集光光学器件及照明光学器件的移动如何,晶片的所述表面始终处于所述传感器的焦点处。所述自动聚焦子系统可包含光源(其可能是或可能不是用于检查的光源)、传感器、电路及用于确定所述晶片图像的相对于所述传感器(例如,二维感测)的位置的逻辑及用于校正检查期间注意到的任何偏差的反馈系统。所述自动聚焦子系统可进一步如本文所述进行配置。

[0059] 所述系统进一步包含计算机子系统,其经配置以使用来自所述两个或两个以上传感器的输出来检测所述晶片上的缺陷。以此方式,所述计算机子系统提供用以在由所述传感器产生的信号或其它输出中检测缺陷的构件。例如,如图1所示的系统包含计算机子系统136,其耦合到所述两个或两个以上传感器,使得所述计算机子系统可接收由所述两个或两个以上传感器产生的输出。所述计算机子系统可经配置以使用所述输出及任何合适的缺陷检测算法及/或方法检测所述晶片上的缺陷。例如,所述计算机子系统可对所述输出应用缺陷检测阈值,因此可将任何发现超过所述缺陷检测阈值的输出识别为缺陷或可能的缺陷。

[0060] 所述计算机子系统可包含此项技术中已知的任何合适的计算机系统。例如,计算机子系统136可呈多种形式,包含个人计算机系统、大型计算机系统、工作站、图像计算机、并行处理器或此项技术中已知的任何其它装置。一般来说,术语“计算机子系统”可广义上定义为涵盖具有一个或一个以上处理器的任何装置,所述处理器执行来自存储器媒体的指令。

[0061] 关于散射光的收集,本文所述的实施例优于当前使用的系统的一个改进在于用以增强对颗粒及缺陷的检测的对表面散射的选择性及可配置收集。一些先前使用的系统在所述集光光学器件中包含旋转的空间滤光器系统,以消除图案散射效应且增强从点颗粒及缺陷的散射。在本文所述的实施例中,在相对于照明角度以特定的定向进行晶片扫描期间,在所述晶片在下方旋转时,可固定滤光。所述滤光器通过使用以选定角度布置的多个偏振器及对散射光波长来说不透明的可移动材料区段的组合而排斥某些立体集光角(包含来自背景而非来自所关注的缺陷的非所要的散射光)。在所述物镜的后傅立叶平面中执行滤光,使得可同时消除经照明场中的每一个点处的非所要的背景。

[0062] 多种区域类型传感器可与本文所述的空间滤光技术组合使用。例如,所述系统可包含灵活集光系统,其中多个传感器经选择性地配置以检测具有多个偏振状态及/或立体散射角的散射光。每一传感器可安置成收集其它传感器(如果存在)无法收集的散射光。此外,每一传感器可为多元件传感器且可具有不同的特性。例如,传感器可为增强型EB-CCD传感器。另一传感器可包含独立的磁性聚焦图像增强器,其为耦合到CCD或具有延迟透镜的CMOS芯片。第三传感器可为分辨率较低的独立CCD芯片。还可存在额外的传感器。可基于预期在每一通道中存在的散射背景特性及对所述通道的对所关注缺陷的灵敏性要求来为所述通道选择传感器类型及大小。当预期投影到特定传感器上的所述点扩散函数可能由于空间滤光而较大时,较低分辨率是优选的。以此方式,所述系统可经优化以在其它噪声源主导的通道中使用成本较低的传感器以减小操作成本。

[0063] 可在本发明将描述的许多不同的实施例中实施上述的系统配置。例如,在一个实施例中,所述系统包含光学元件,其经配置以同时且单独地划分在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的从所述区域中的每一者散射的光,所述两个或两个以上传感器经配置以检测所述不同区段中的一者,且所述系统包含另外两个或两个以上传感器,其经配置

以检测所述不同区段中的另一者。图4中展示一个此实施例,其中光学元件400定位于由散射光集光器122收集的光的路径中。为清楚起见,图4中仅展示来自所述晶片上的多个经照明区域中的一者的散射光126。优选将所述光学元件定位于傅立叶平面中或所述集光子系统的所述傅立叶平面的结合部。“在傅立叶平面处(at a Fourier plane)”或“位于傅立叶平面结合处(at a conjugate of the Fourier plane)”在本文界定为表示并非恰好处于所述傅立叶平面处或恰好处于所述傅立叶平面结合处。而是,这些术语旨在分别表示“处于傅立叶平面处或附近(at or near a Fourier plane)”或“位于傅立叶平面结合处或附近(at or near a conjugate of the Fourier plane)”。如果光学元件被定位于傅立叶平面的确切位置处或位于与傅立叶平面的确切位置的误差在5%内的位置(由于所述系统中存在任何误差源及/或所述系统存在任何物理约束条件),那么本文将所述光学元件视为“处于傅立叶平面处或附近”。可以类似的方式描述“位于所述傅立叶平面结合处或附近”。

[0064] 所述光学元件可包含多种光学元件,例如小孔、光罩、具有小孔的镜面、液晶显示器(LCD)元件或微镜阵列。在一个此实例中,可通过切出折叠镜的一部分而形成合适的小孔,使得所述镜的一部分透射光,而所述折叠镜的另一部分反射光。在另一个此实例中,可通过在透明衬底上形成金属膜及/或介电膜的掩模涂层来制造具有小孔的镜。还可通过使用其它分束光学元件(例如,具有用于在不同方向上折射光的多个小面定向的棱镜)来实现所述集光NA的分段。还可使用其它方式使所述集光NA分段,包含数字微镜装置,例如通常用于数字投影仪中的数字微镜装置。

[0065] 所述光学元件(及本文所述的其它光学元件)用于将所述集光NA分离成不同的区段,使得不同区段中的散射光可被引导到所述系统的不同传感器或通道。例如,如上所述,所述光学元件可具有反射光的一部分及透射光的另一部分。因此,所述光学元件可将所述集光NA分离成两个区段,所述两个区段中的一个区段通过反射而被引导到一个通道中且所述两个区段中的另一者通过透射而被引导到另一通道中。

[0066] 在一个实施例中,如图4中的横截面中所示,所述光学元件可包含对应于所述集光NA的一个区段的透射部分402及404,及对应于所述集光NA的另一不同且相互排斥的区段的反射部分406。反射部分406可反射集光NA的对应于部分406的区段中的实质上所有的光(即,部分406对所述散射光的透射率为大约0%),而部分402及404可透射对应于部分402及404的集光NA的区段中的实质上所有的光(即,部分402及404对所述散射光的透射率为实质上100%)。以此方式,整个集光NA可分离成两个相互排斥的部分。

[0067] 如上所述,所述光学元件的不同部分对应于所述散射光通过所述光学元件而被分离到其中的集光NA的不同区段。此外,如图4中所示,部分402及404围绕所述照明子系统的入射平面彼此镜像对称。此外,部分402及404可对应于集光NA的不同区段中的一者。以此方式,所述不同区段中的一者可包含围绕所述照明子系统的入射平面而镜像对称的两个个别的区段(对应于部分402及404)。此外,如图4中所示,部分402及404中的每一者与所述入射平面隔开。此外,所述部分中的每一者可由第一侧、第二侧及第三侧界定,下文将关于部分402描述所述三个侧。特定来说,部分402包含第一侧402a、第二侧402b及第三侧402c。第一侧402a是线性的且相对于所述入射平面以一角度布置。第二侧402b是线性的且实质上平行于所述入射平面,且实质上短于所述第一侧。此外,第三侧402c是弯曲的。如图4中所示。这三个侧还界定部分404。

[0068] 如图4中进一步所示,两个或两个以上传感器(由传感器130表示)经配置以检测所述不同区段中的一者,且所述系统包含经配置用于检测所述不同区段中的另一者的另外两个或两个以上传感器(由传感器408表示)。传感器408及所述其它两个或两个以上传感器可进一步如本文所述进行配置。此外,所述两个或两个以上传感器与所述另外两个或两个以上传感器可为相同类型的传感器或不同类型的传感器。例如,可根据预期被引导到所述两个或两个以上传感器及所述另外两个或两个以上传感器中的每一者的光的量而选择所述传感器。此外,例如本文进一步描述的光学元件可耦合到所述其它两个或两个以上传感器。例如,如图4中所示,折射光学元件410可经配置以使由光学元件400反射的光成像到传感器408及包含于所述系统中的另外两个或两个以上传感器中的任何一者上。图4中所示的所述系统可进一步如本文所述进行配置。

[0069] 在本文所述的这些及任何其它实施例中,每一通道可最终在对应的传感器上具有形状不同且广度不同(以像素计)的点扩散函数。因此,为了最大化对异常的灵敏性,可针对每一个别传感器输出应用不同的模拟及/或滤光技术。特定来说,可在检查之前事先基于傅立叶平面孔径计算预期的点扩散函数的形状,且接着可在检查期间应用合适的滤光器系数。

[0070] 在一个此实施例中,所述系统经配置以根据待由所述两个或两个以上传感器检测的所述不同区段中的一者及待由另外两个或两个以上传感器检测的不同区段中的另一者而更改或更换所述光学元件。例如,在具有多个可配置通道的区域模式检查系统中,所述系统可包含柔性小孔集光空间。此区域检查系统优于其它检查系统的一个改进在于对表面散射的选择性及可配置收集以增强对颗粒及缺陷的检测。所述系统可经配置以利用任何合适的方式更改或更换所述光学元件。

[0071] 在另一实施例中,所述系统包含光学元件,其经配置以同时且单独地划分在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的从所述区域中的每一者散射的光,所述两个或两个以上传感器经配置以使用所述两个或两个以上传感器的一部分检测所述不同区段中的一者且使用所述两个或两个以上传感器的不同部分检测所述不同区段中的另一者,且所述两个或两个以上传感器的所述一部分及所述另一部分在所述两个或两个以上传感器上不重叠且不邻接。例如,所述系统可经配置而通过角度将散射光分离于所述集光空间中且使所述光以两个独立的小块再次成像在单一传感器上。特定来说,可在扫描期间或之前结合或独立于照明形状及照明广度来控制所述传感器上的有效像素的数目。可使用位于特定传感器上的所有或一些元件。一个传感器的一部分(包含若干元件)可接收来自一个立体角范围的散射光,且所述传感器的另一部分可接收来自另一立体角范围的散射光。例如,如果传感器包含 1000×1000 个个别元件,那么所述元件中的 1000×500 元件可接收产生于40度到60度的前方位角之间的散射光的图像。所述传感器的另外百分之五十(1000×500)可接收产生于120度到160度方位角之间的来自表面的散射光的图像。在一些情况下,可颠倒成像到所述传感器表面上的散射光部分,且其它部分可保持不颠倒。一个额外的配置在于同时从每一列的两个端(例如,行1及行N)读取传感器数据,在一些传感器中,此可有效地使传感器数据速率增加一倍。

[0072] 可根据赵(Zhao)等人的在2011年12月7日所申请的第2012/082501号国际申请公开案所述进一步配置本文所述的系统实施例中的每一者,其全文以引用方式并入本文中。

[0073] 在进一步实施例中,所述系统包含额外的两个或两个以上传感器,其包含图像增强器,所述集光子系统经配置以同时且单独地使从所述区域中的每一者散射的光成像到所述额外的两个或两个以上传感器,所述额外的两个或两个以上传感器响应于所述散射光而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出替代当传感器电子噪声主导所述两个或两个以上传感器中的总通道噪声时的输出来检测所述晶片上的缺陷。例如,此实施例可包含如上所述的一个或一个以上柔性小孔,以优化所述传感器的性能、成本及可靠性。在一个此实施例中,图5中所示的所述系统包含光学元件500,其经配置以同时且单独地使从所述区域中的每一者散射的光成像到额外的两个或两个以上传感器(图5中由传感器502表示)。光学元件500可进一步如本文所述进行配置。然而,光学元件500还可包含分束器,其经配置以使所述散射光的一部分跨所述集光子系统的整个集光NA而透射且使所述散射光的一部分跨所述集光子系统的整个集光NA而反射。例如,光学元件500可为简单的70/30分束器。此外,如上所述,可基于预期在所述通道中的散射背景特性及所述通道中对所关注缺陷的灵敏性要求来为每一通道选择传感器类型及大小。在一些此类情况下,当传感器电子噪声主导总通道噪声时,增强型传感器可为合意的。然而,当除了传感器读出噪声之外的另一噪声源主导时,非增强型传感器可为优选的。例如,所述额外的两个或两个以上传感器(在图5中由传感器502表示)各自包含图像增强器(在图5中由图像增强器504表示),且所述两个或两个以上传感器(在图5中由传感器130表示)可能并不包含任何图像增强器。此配置还可颠倒,使得所述两个或两个以上传感器(图5中由传感器130表示)各自包含图像增强器(图5中未展示)且使得所述额外的两个或两个以上传感器(图5中由传感器502表示)并不包含任何图像增强器。以此方式,可使用本文所述的各种光学元件(例如,柔性小孔及镜布置)在光较弱时将光引导到增强型传感器,且当光较强时将光引导到其它非增强型传感器。根据取样理论,当预期投影到特定传感器上的所述点扩散函数由于空间滤光而较大时,可允许使用较低的总传感器分辨率。例如,在一些通道中,所述晶片上的照明小块在通过所述集光光学器件及空间滤光器成像时,在广度上可为大致2000点扩散函数。在其它通道中,由于不同的空间滤光器限制集光NA,所述晶片上的照明小块的图像在广度上可为1000点扩散函数。以此方式,在其它噪声源主导的通道中可使用成本较低的传感器以优化所述系统,以便降低操作成本。此外,增强型传感器一般比非增强型传感器具有较短的寿命,因此此特定配置还允许实现改善的系统可靠性。图5中所示的系统可进一步如本文所述进行配置。例如,如图5中所示,所述集光子系统可包含折射光学元件506,其经配置以使来自光学元件500的散射光成像到额外的两个或两个以上传感器。折射光学元件506可进一步如本文所述进行配置。图5中所示的系统可进一步如本文所述进行配置。

[0074] 此实施例还可或替代地包含如上所述的一个或一个以上柔性小孔,以将散射光引导到最合适的传感器。例如,一个传感器可针对大量的光散射而优化,而另一传感器可针对很弱的光散射而优化。在此配置中,针对相对低的光散射优化传感器(例如,图像增强传感器)可由于大量的散射而受损且甚至在相对大的背景下对于实现最佳灵敏性来说并不必要。因此,在扫描的一些部分期间,所述光学元件可经配置以将所述散射光的一部分引导到针对大量光散射而优化的传感器且将所述散射光的另一不同部分引导到针对低光散射而优化的不同传感器。在不同的实例中,所述光学元件可经配置以将所有的散射光引导到所述系统中所包含的多个传感器中的仅一个传感器,且在扫描期间可改变所述散射光被引导

到其的传感器。

[0075] 在另一实施例中,所述系统包含经配置以进行光子计数的额外的两个或两个以上传感器,所述集光子系统经配置以同时且单独地将所述区域中的每一者散射的光引导到所述额外的两个或两个以上传感器,所述额外的两个或两个以上传感器响应于散射光而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出来检测所述晶片上的缺陷。例如,此实施例可包含如上所述的多个柔性小孔以优化所述传感器的性能、成本及可靠性。在一些此类情况下,可针对包含于所述系统中的所述传感器中的一者或一者以上采用所谓的光子计数技术。可如图4或5所示配置此实施例,但用经配置用于光子计数的传感器来更换所述额外的两个或两个以上传感器(分别由传感器408或传感器502与图像增强器504的组合表示)。经配置用于光子计数的传感器可为此项计数中已知的任何合适的此类传感器,例如雪崩发光二极管。

[0076] 在一个实施例中,所述系统包含基于MEMS的光学切换装置,其定位于所述集光子系统与所述两个或两个以上传感器之间。例如,存在可于每个激光脉冲之间再配置的快速的基于MEMS的光学切换装置。可将这些光学切换装置中的一者或一者以上安置于所述集光光学器件中的合适位置处。例如,如图4及5所示的光学元件400及500可分别由基于MEMS的光学切换装置更换。所述基于MEMS的光学切换装置可包含此项技术中已知的任何合适的此类元件。

[0077] 在一个此实施例中,所述系统包含额外的两个或两个以上传感器,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时形成多个照明区域,从所述区域中的每一者散射的光包含散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置以将由第一组光脉冲产生的第一组散射光脉冲引导到所述两个或两个以上传感器且将由在所述第一组光脉冲之后的第二组光脉冲产生的第二组散射光脉冲引导到所述额外的两个或两个以上传感器。例如,如果分别如图4及5中所示的光学元件400及500由如上所述的光学切换装置更换,那么由图4中的检测器408及5中的检测器502表示的所述额外的两个或两个以上传感器在此实施例中可用于额外的两个或两个以上传感器。以此方式,所述集光光学器件中的所述光学切换装置可将交替的帧引导到交替的传感器以节约成本。以此方式,如果可使用重复率相对高的激光,但特定类型的传感器的数据速率及/或帧速率受限,那么可通过于激光脉冲之间再配置所述MEMS装置而将由后续的激光脉冲产生的散射光引导到交替的传感器。例如,由脉冲激光器在频率为 f 下产生的散射光可被引导到在频率 f 下操作的光电分束器。所述光电分束器可用于交替地使散射光相对快速地在两个传感器之间切换,每一传感器具有 $f/2$ 的有效帧速率。因此,如果一传感器具有有限的读出率,且由于成本、包装或其它原因,所述系统并不允许两个或两个以上传感器并排地放置,那么一些类型的光学切换元件可通过随着时间变化将所述光引导到不同的传感器而使得所述数据速率倍增(例如,增加到双倍、三倍等等)。因此可克服个别传感器组件的限制。此类实施例尤其适于具有约2kHz到约40kHz(例如,低到足以准许使用光学切换器)的重复率的Q切换激光器。

[0078] 在另一个此实施例中,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时形成多个照明区域,从所述区域中的每一者散射的光包含散射光脉冲,所述光学切换装置经配置以同时且单独地分割在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的来自所述区域中的每一者的散射光,且所述光学切换装置经配置以将由第一组光脉冲产生的第一组散射光脉冲的不同

区段中的仅一者引导到所述两个或两个以上传感器且将由在所述第一组光脉冲之后的第二组光脉冲产生的第二组散射光脉冲的不同区段中的仅另一者引导到所述两个或两个以上传感器。例如,一个传感器可接收且处理后续激光冲击上的散射光半球体的不同区段。MEMS装置将经配置以在空间上选择特定的散射光束且将所述特定的散射光束引导到所述传感器。特定来说,MEMS装置可经配置以类似于上文所述的光学元件400发挥功能。使用此配置,成像物镜的视场大小可减小至少两倍,这可提供大量的成本节约,甚至在将所述切换装置的额外成本计入在内后也是如此。

[0079] 在一些实施例中,所述照明子系统经配置以使用光脉冲同时形成多个照明区域,从所述区域中的每一者散射的光包含散射光脉冲,且所述两个或两个以上传感器相对于所述光脉冲在时间上同步,以仅检测具有预定到达时间的散射光脉冲。在一个此实施例中,具有预定到达时间的散射光脉冲包含荧光或光致发光。例如,本文所述的实施例可使用相机快门同步来寻找荧光等等。特定来说,每一通道及/或传感器可相对于所述激光束在时间上同步以仅俘获具有特定到达时间的光子。以此方式,可独立于由传统手段产生的散射光而观察时间相依效应,例如荧光或光致发光,进而提供关于所关注的表面及/或缺陷的额外信息。

[0080] 在其中使用光脉冲形成所述多个照明区域的另一实施例中,可根据“在运行中闪光”技术使所述传感器获取及扫描子系统旋转及/或平移速率与此脉冲频率同步(或反之亦然)。如上所述,后续的激光脉冲之间的某一空间重叠可为合意的。

[0081] 在其中在所述检查系统的两个或两个以上通道之间分裂散射光的任何实施例中,每一通道可包含定位于傅立叶平面与所述通道的传感器之间的单独的变形光学元件。每一通道中的所述单独的变形光学元件可不同且可取决于所述通道用于检测的所述散射光的特性(例如,所述散射光的区段)。

[0082] 可进一步如本文所述来配置上述实施例中的每一者。

[0083] 另一实施例涉及经配置用于检查晶片的另一系统。此系统包含照明子系统,其经配置以将多个光束引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域。所述多个光束具有实质上相同的波长及偏振特性。例如,无法无损失地组合具有相同波长及偏振的两个或两个以上光束,但可使所述两个或两个以上光束彼此平行(例如,使用图9中所示的折叠镜)。在一些实施例中,所述多个光束为激光束。以此方式,所述照明子系统可具有多激光束配置。在另一实施例中,由所述照明系统的仅一个单一激光产生所述多个光束。例如,可在单一激光内产生用于区域模式的所述多个照明光束。某些激光器具有频率转换晶体,其寿命可受到入射在所述晶体上的光点(spot)强度的限制。在具有多个同时入射点的情况下,所述晶体的寿命可延长。在图9中所示的一个此实施例中,所述照明子系统可仅包含可为激光器的一个单一光源900。所述激光器可包含本文所述的激光器中的任一者或此项技术中已知的任何其它合适激光。

[0084] 可将来自所述光源的光引导到所述照明子系统的分束器902,分束器902经配置以将来自所述光源的光束分裂成第一光束904及另一光束。所述照明子系统还可包含分束器906,其经配置以将来自分束器902的光分裂成第二光束908及另一光束。分束器902及906可包含此项技术中已知的任何合适分束器。所述照明子系统还可包含反射光学元件910,其经配置将来自分束器906的所述光束作为第三光束911反射到所述照明子系统的折射光学元

件912。所述照明子系统还可包含定位于所述第一光束的路径中的反射光学元件914及定位于所述第二光束的路径中的第二光学元件916。反射光学元件914及916经配置以分别将所述第一光束及所述第二光束引导到折射光学元件912,使得当所述第一光束、第二光束及第三光束入射到折射光学元件912上时,所述三者彼此实质上平行。以此方式,定位于所述光束中的每一者的所述路径中的反射光学元件可控制所述光束中的每一者被引导到所述折射光学元件的角度且所述折射光学元件控制所述光束中的每一者被引导到所述晶片的角度。反射光学元件910、914及916可包含此项技术中已知的任何合适的反射光学元件,且折射光学元件912可包含此项技术中已知的任何合适的折射光学元件。图9中所示的系统可进一步如本文所述进行配置。

[0085] 在另一实施例中,可用单一光源(例如激光器,多个(例如,三个)光束从所述激光器发射)取代光源900、分束器902及906及反射光学元件910、914及916。从所述光源发射的所述多个光束可以实质上相同的角度被引导到折射光学元件912且接着通过所述折射光学元件被引导到晶片。此实施例可进一步如本文所述进行配置。

[0086] 如果两个或两个以上(例如,三个)光束彼此平行地布置,那么所述光束可由透镜(例如,折射光学元件912)聚焦于所述晶片上的相同位置。允许此配置在晶片上的点大小为 $100\mu\text{m}$ 或更大。例如,在一些此类实施例中,所述照明子系统可包含透镜(例如,折射光学元件912),其经配置以将所述多个光束引导到所述晶片上,且所述透镜可具有约0.1或更高的NA,使得所述透镜可同时聚焦若干相对低的NA输入光束。在一个此实例中,对于包含一个266nm激光器的照明子系统来说,所述晶片上的约 $100\mu\text{m}$ 到约1mm的点大小仅需要小于0.01的NA来形成所述点。由于所述透镜的相对低的NA,所有光束可照射所述晶片上的具有大致上相等大小的相同小块。相比之下,对于大致 $1\mu\text{m}$ 的点的情况,透镜NA将需要是0.5或更大,使得单一透镜无法注射具有相同波长的多个光束。一般来说,本文所述的照明子系统可使用任何数目的光束或光源。

[0087] 在一个实施例中,所述多个光束可以实质上相同的极角及不同的方位角被引导到所述晶片上的实质上相同的区域。以此方式,所述多个光束(例如,激光束)可以近乎相同的入射角照射所述晶片。例如,一个激光束可以55度的极角及0度的方位角入射,而第二激光束可以55度的极角及2度的方位角入射。可使用近乎相同的入射角及偏振向量,使得由每一光束产生的散射光具有相同的特性及偏振状态,借此在所述集光子系统中进行有效地滤光。具有相同波长的光束无法组合且以确切相同的角度入射,但可彼此以相差5度范围的角度入射且将导致近乎相同的表面散射特性,使得将不损害灵敏性。在另一实例中,如果所述中心光束为以大约X度的极角入射于所述晶片上,那另两个光束可以约X-2度的极角与约X+2的极角入射,且因此从所述光束中的每一者所得的表面散射将实质上存在很少的差异。

[0088] 在另一实施例中,所述多个光束可同时被引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域。例如,尽管所述多个光束具有实质上相同的波长及偏振特性,如上所述,可通过将来自单一光源的光分裂成以稍微不同的方位角及/或极角引导到所述晶片的多个光束且通过使用产生以稍微不同的方位角及/或极角引导到所述晶片的多个光束的光束,如上所述,可同时将所述多个光束引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域。同时将具有相同波长及偏振特性的多个光束引导到所述晶片具有若干优点,本文将进一步描述。

[0089] 在另一实施例中,所述多个光束以区域照明模式照射所述晶片上的所述实质上相

同的区域。例如,所述照明子系统可具有用于区域模式的多照明光束配置。在一些实施例中,所述晶片上的所述实质上相同的区域具有大于50微米的横向尺寸。例如,如图10中所示,可通过折射光学元件912将多个光束904、908及911引导到晶片114上的实质上相同的区域1000。作为所述实质上相同的区域1000的最小尺寸的横向尺寸1002可大于50微米。此外,尽管如图10中所示,所述实质上相同的区域1000可在晶片上呈椭圆形,所述实质上相同的区域在所述晶片上可具有任何其它形状(例如,矩形),本文将进一步描述。

[0090] 在另一实施例中,所述多个光束为脉冲光束,且所述照明子系统经配置以使由所述照明子系统将所述多个光束中的一者引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域晚于将所述多个光束中的另一者引导到所述实质上相同的区域,使得所述脉冲光束作为持续时间长于所述脉冲光束中的每一者的持续时间的一个连续光脉冲而照射所述实质上相同的区域。在另一实施例中,所述多个光束为脉冲光束,且所述照明子系统经配置以使由所述照明子系统将所述多个光束中的一者引导到所述晶片的所述实质上相同的区域晚于将所述多个光束中的另一者引导到所述实质上相同的区域,使得归因于所述多个光束而入射到所述晶片上的峰值脉冲功率小于在所述多个光束被同时引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域的情况下的峰值脉冲功率。以此方式,这些实施例与单一光束相比之下的优点在于实际上能够延长脉冲持续时间。在针对区域模式的所述多个照明束配置中,所述脉冲持续时间可延长以减小入射于所述晶片上的峰值脉冲功率,借此减小损坏所述晶片的可能性。在一个特定实例中,假设所述激光器或光源中的每一者为具有约2kHz与50kHz之间的重复率及介于约10ns与200ns之间的脉冲持续时间的脉冲光源,如果所有的脉冲同时入射在所述晶片上,那么能量强度将相当高。但由于所述晶片与所述脉冲持续时间相比移动相当缓慢,因此所述脉冲可在时间上分散且仍基本上暴露相同的区域。例如,第一脉冲可于时间 t_0 处入射于所述晶片上,第二脉冲可于时间 t_0+t_1 处入射于所述晶片上,且第三脉冲可于时间 t_0+2*t_1 处入射于所述晶片上。因此,只要在所述第一脉冲与最后一个脉冲(例如,在上述实例中为 $2*t_1$)之间的时间间隔中,所述晶片(称为传感器)未移动超过一个传感器像素,则总体的信噪比将大致与所述脉冲同时入射于所述晶片上时的信噪比相同,但入射于所述晶片上的峰值功率密度将减小,以避免损坏所述晶片。

[0091] 在另一实施例中,由所述照明子系统的多个激光产生所述多个光束。例如,可由多个激光产生用于区域模式的所述多个照明束。在图12所示的一个此实施例中,所述照明子系统可包含激光1200、1202及1204,其经配置以分别产生光束1206、1208及1210。激光器1200、1202及1204可为相同的激光器(即,相同品牌及型号的激光器)。或者,激光器1200、1202及1204可为不同的激光器(即,品牌及/或型号不同的激光器),其产生的光束与所述其它光束中的每一者具有相同的波长及偏振特性。如图12中所示,所述光束中的每一者可通过单一折射光学元件(例如,折射光学元件912)引导到晶片114,其可如上所述进行配置。如本文将进一步描述,图12中所示的光束可被引导到所述晶片(例如,同时地或循序地)。此外,图12中所示的系统可进一步如本文所述进行配置。

[0092] 在一些实施例中,所述多个光束包含由所述照明子系统的光源产生的一个光束且包含通过收集从所述晶片上的所述实质上相同的区域反射的光且将经收集的反射光引导回到所述晶片上的所述实质上相同的区域而形成的另一光束。此实施例在功能上可类似于使用多个光源来产生所述多个光束。例如,可由通过使多个编次的相同光束循环(通过收集

来自所述晶片的经反射光束且将所述光束再引导回到所述晶片上)而产生用于区域模式的所述多个照明束。以此方式,可收集来自第一编次的反射光且使所述反射光再成形为第二光束,其入射于所述晶片的所述实质上相同的区域上。在多编次光束的选项中,每个后续照明编次可利用的功率由于表面反射性及再循环光学器件的效率而降低(因此,最可能额外的两个束较为实际,但更多的循环束当然也是可能的),但有效的照明功率将增强50%的因子或更多。应注意,一般来说,与本文所述的所述系统相比,这些多束技术难以在线或点检查系统中实施。一个替代的照明选项是使用具有不同波长的多个激光束以实现更有效地缺陷检测。

[0093] 在一个此实施例中,如图13中所示,所述多个光束可包含由所述照明子系统的光源(图13中未展示)产生的入射光束1300。可由本文所述的任何光源产生光束1300。如图13中所示,光束1300由折射光学元件1302引导到晶片114,折射光学元件1302可如本文进一步描述进行配置(例如,相对于折射光学元件912)。通过所述照明子系统的反射光学元件1306收集从所述晶片上的所述实质上相同的区域镜面反射的光1304,反射光学元件1306将所收集的反射光束引导到光束再成形光学器件1308。反射光学元件1306可包含任何合适的反射光学元件,且光束再成形光学器件1308可包含任何合适的光束成形元件(例如,变形光学元件、场光阑、空间滤光器、偏振滤光器等等)。光束再成形光学器件1308将所收集的反射光束引导到反射光学元件1310,反射光学元件1310将所收集的反射光作为光束1312反射回到所述晶片上的实质上相同的区域。例如,如图13中所示,从晶片114镜面反射的光1314可通过反射光学元件1306收集,反射光学元件1306将所收集的反射光束引导到光束再成形光学器件1308。光束再成形光学器件1308将此所收集的反射光作为光束1316引导回到所述晶片上的实质上相同的区域。图13中所示的照明子系统的所述部分可包含于本文所述且展示的任何系统实施例中。

[0094] 在一个实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述多个光束包含光脉冲,且被引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上无变化且在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度。在一个此实施例中,所述照明子系统包含耦合到所述激光器的光束整形光学元件。在另一实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述多个光束包含光脉冲,且引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度。此类实施例可进一步如本文所述进行配置。

[0095] 所述系统还包含经配置以使所述多个光束跨所述晶片进行扫描的扫描子系统。所述扫描子系统可如本文所述进一步进行配置。此外,所述系统包含集光子系统,其经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像到传感器。所述传感器响应于所述散射光而产生输出。所述集光子系统及所述传感器可如本文所述进一步进行配置。

[0096] 所述集光光学器件内的变焦透镜群组允许根据所需的检查速度及/或检查灵敏性使所述晶片上的不同大小的区域成像到相同的传感器上。当需要相对快速的检查时(每个小时检查更多的晶片),所述晶片的较大区域(比如,2mm×2mm)成像到具有固定大小的传感器上。当需要较高灵敏性(通常较低的速度)检查时,在使放大元件插入到所述集光光学器件路径中或在所述路径中移动之后,使较小的区域成像到所述传感器上。一般在检查期间以及在检查之前均可执行速度或灵敏性的此变化。照明点的面积同时增大,以暴露合适的

区。当所述照明点区域改变时,所述照明点的强度优选保持相同,但所述强度可增加以将检查灵敏性改善到可避免激光诱发的损坏的程度(先前所述的多光束技术可降低激光诱发损坏的可能性)。或者,可在所述集光光学器件中采用较小的变焦因子,且使用较大的经照明区域,且可使用额外的传感器来使所述晶片的比较大部分成像,借此提高检查速度,同时维持检查灵敏性。

[0097] 在一个实施例中,所述集光子系统包含并非完全衍射限制的分辨率的散射光集光器。此实施例可如本文所述进一步进行配置。

[0098] 在一些实施例中,所述照明子系统经配置以随着时间变化改变引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域的所述多个光束,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的所述多个区域散射的光成像于所述传感器上,且所述传感器及所述照明子系统的光源经门控而彼此同步。以此方式,所述系统可经配置以在区域模式中进行时域多点检查。例如,所述照明轮廓并不仅如上所述随着位置变化而变动,而是还随着时间变化变动。可由相同的传感器接收来自所述晶片的不同部分的散射光,且可有利的是一起门控所述照明及所述传感器(将称为时域多点),以改善处理量、缺陷俘获或降低表面受损的可能性。可通过以不同的方位角及/或极角入射于所述晶片上的激光或激光束产生时间上不同的照明轮廓。时域多点检查相对于以不同光学配置对相同晶片进行两次检查的一个显著优点在于,与检查每个晶片关联的固定时间开销,例如,仅应用一次装载、卸载、对齐、加速及减速,进而增加总处理量。

[0099] 在一个此实施例中,所述多个光束以不同的方位角、不同的极角或不同的方位角及不同的极角而引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域。例如,尽管如上所述,所述多个光束可以不同的方位角及相同的极角同时被引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域,但所述多个光束被引导到所述晶片的方位角及极角两者均可随时间变动(例如,通过改变图9中所示的反射光学元件或图12中所示的多个光源的位置)。

[0100] 在另一个此实施例中,所述照明子系统经配置以改变所述多个光束的波长及偏振特性,且随着时间而引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域的所述多个光束具有彼此不同的波长特性、彼此不同的偏振特性或彼此不同的波长及偏振特性。例如,尽管如上所述,所述多个光束可具有相同的波长及偏振特性,但可随时间(例如,使用具有时间相依偏振特性的一个或一个以上偏振器(例如,由于所述偏振器的旋转)及/或使用具有时间相依波长特性的一个或一个以上波长滤光器)改变所述多个光束的波长及偏振特性两者。

[0101] 在一个实施例中,所述多个光束包含光脉冲,且所述散射光包含散射光脉冲,且所述传感器相对于所述光脉冲在时间上同步,以仅检测具有预定到达时间的散射光脉冲。在一个此实施例中,具有预定到达时间的散射光脉冲包含荧光或光致发光。此类实施例可如本文所述进一步进行配置。

[0102] 所述系统进一步包含计算机子系统,其经配置以使用所述传感器的输出来检测所述晶片上的缺陷。所述计算机子系统可如本文进一步所述进行配置。

[0103] 对于其中整个表面的散射强度超过所收集的光的散射通道中的一者或一者以上的预定值的衬底,可在检查之前调整与那些通道关联的特定传感器的光衰减或光学增益或电子增益,以最大化检查灵敏性或动态范围。

[0104] 在一个实施例中,所述多个光束为脉冲光束,所述照明子系统经配置以先将所述

多个光束中的第一者引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域,且之后通过所述照明子系统将所述多个光束中的第二者引导到所述实质上相同的区域,所述多个光束的所述第一者与所述第二者在所述晶片上具有彼此不同的形状及大小,且所述计算机子系统经配置使用响应于归因于所述多个光束中的所述第一者的照明而来自所述实质上相同的区域的散射光的输出来确定是否应将所述多个光束中的所述第二者引导到所述实质上相同的区域。此实施例可为有利的,因为引导光束(例如,所述第一多光束)可用于感测所述晶片上的相对大的颗粒,借此防止可由于用所述主检查束(例如,第二多光束)照射所述相对大的颗粒而对所述晶片造成损坏。此外,所述引导光束可用于检测所述晶片上的雾霾是否变得过高,借此防止可能由于雾霾超过所述传感器的阈值或所述传感器的可使用动态范围而使光散射对所述传感器造成损坏。图11展示晶片1102上的辅助光束照明点1100,其位于由所述主检查束照射的点1104的前方。所述辅助光束的相对薄的点的优点在于,不会大幅度增大光学视场。如图11中所示,无论在时间上还是在空间上,所述两个光束可在所述晶片上具有迥异的轮廓。箭头1106指示所述点在所述晶片上的行进方向。如本文进一步所述,从所述检查束的所述照明区域散射的光可成像于多个传感器上,且用于所述检查束的照明可为脉冲照明。取决于来自所述辅助束的散射光,所述计算机子系统可产生触发,所述触发是到所述光源的指示不要发出将用于所述检查束的脉冲的信号。

[0105] 可由相同的传感器检测由于多个光束中的所述第一者及所述第二者的照明而来自所述实质上相同的区域的散射光。然而,可使用不同的传感器检测由于所述多个光束中的所述第一者及所述第二者的照明而来自所述实质上相同的区域的散射光。在此情况下,上述的所述传感器将用于检测由于所述多个光束中的所述第二者的照明而来自所述实质上相同的区域的所述散射光,且另一传感器将用于检测由于所述多个光束中的所述第一者的照明而来自所述实质上相同的区域的所述散射光。所述另一传感器可如本文所述进一步进行配置。

[0106] 以此方式,用于检查的所述系统的元件(或包含于所述系统中的额外光学子系统)可经配置以检测相对大的缺陷或在来自其它光散射事件产生的散射光入射于所述区域检查传感器上之前检测这些事件。例如,大量的散射光可使图像传感器饱和或损坏所述图像传感器或者超过所述传感器定量地测量所述散射的能力。优选先减小入射强度,此后对散射区域进行检查。所述系统(或额外的光学子系统)先扫描所述晶片,此后扫描所述主检查点及对应的传感器区域,且如果检测到大量散射光,那么控制信号减小(例如,消除)入射于所述表面的区域上的功率。或者,可在所述集光子系统中添加散射光衰减,或者可临时地调整所述传感器或增强型元件的光学增益或电子增益(例如,使用光电快门)。

[0107] 在一个此实施例中,所述照明子系统包含Q切换激光器,且如果所述计算机子系统确定所述多个光束中的所述第二者不应被引导到所述实质上相同的区域,那么所述计算机子系统防止所述多个光束中的所述第二者照射所述实质上相同的区域。例如,如上所述,取决于来自所述辅助束的散射光,所述计算机子系统可产生触发,所述触发是到Q切换激光器的指示不发出将用于所述检查束的脉冲的信号。然而,所述计算机子系统可在不控制Q切换激光器的情况下防止所述多个光束中的所述第二者照射所述实质上相同的区域。例如,所述计算机子系统可控制光学元件,例如耦合到所述Q切换激光器的相对快速的光电快门,使得所述光学元件防止由Q切换激光器产生的脉冲照射所述实质上相同的区域。此外,上述实

施例可与其它脉冲光源(例如,CW激光器或模式锁定激光器)组合实施。

[0108] 在另一实施例中,所述多个光束为脉冲光束,所述照明子系统经配置以先将所述多个光束中的第一者引导到所述晶片上的所述实质上相同的区域,之后通过所述照明子系统将所述多个光束中的第二者引导到所述实质上相同的区域,所述多个光束中的所述第一者与所述第二者在所述晶片上具有彼此不同的形状及大小,且所述计算机子系统经配置使用响应于归因于所述多个光束中的所述第一者的照明而来自所述实质上相同的区域的散射光的输出来确定应被到所述实质上相同的区域的所述多个光束中的所述第二者的功率。由所述计算机子系统确定的所述多个光束中的所述第二者的所述功率可为零功率、全功率或所述第二光束的某部分功率。例如,如果由于所述第一光束产生的散射光指示所述晶片上的相对大的颗粒,那么所述计算机子系统可确定所述第二光束应以零功率或部分功率被引导到所述晶片,以防止所述颗粒由于所述第二光束的全功率的加热而碎裂。或者,如果由于所述第一光束产生的散射光指示所述晶片上没有相对大的颗粒,那么所述计算机子系统可确定所述第二光束应以全功率被引导到所述晶片,以使得能够检测相对小的颗粒。此实施例可如本文所述进一步进行配置。

[0109] 在一个此实施例中,所述照明子系统包含Q切换激光器,且所述计算机子系统基于所确定的功率而减弱所述Q切换激光器的功率。例如,可以任何合适的方式使所述计算机子系统耦合到所述Q切换激光器,使得所述计算机子系统可控制所述激光器的功率以匹配于由所述计算机子系统确定的功率。

[0110] 在一个此实施例中,所述计算机子系统可经配置以监测实际上被引导到所述实质上相同的区域的所述多个光束中的所述第二者的功率,以使实际上被引导到所述实质上相同的区域的所述多个光束中的所述第二者的所述功率正规化。以此方式,可使用软件及硬件来使脉冲到脉冲激光能量变动正规化。此实施例的优点在于,Q切换激光器的脉冲到脉冲能量变动可能并非极小。

[0111] 尽管本文所述的系统可通过减弱被引导到所述实质上相同的区域的所述光束的功率而使得所述系统的激光脉冲能量变化正规化,但本文所述的所述系统还可或替代地通过检测所述激光脉冲的能量且基于所检测的能量而使传感器的增益正规化及/或使用所述计算机子系统使所述传感器产生的输出正规化,而使所述系统的激光脉冲能量变化正规化。

[0112] 在一个实施例中,所述系统包含光学元件,其经配置以分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的散射光,所述传感器经配置以检测所述不同区段中的一者,且所述系统包含另一传感器,其经配置以检测所述不同区段中的另一者。在一个此实施例中,所述系统经配置以取决于待由所述传感器检测的所述不同区段中的一者及待由所述另一传感器检测的所述不同区段中的另一者而更改或更换所述光学元件。这些实施例可如本文进一步所述及展示而进行配置。

[0113] 在另一实施例中,所述系统包含光学元件,其经配置以分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的散射光,所述传感器经配置以使用所述传感器的一部分检测所述不同区段中的一者,且使用所述传感器的不同部分检测所述不同区段中的另一者,且所述传感器的所述一部分与所述另一部分在所述传感器上彼此不重叠且不邻接。此实施例可如本文进一步描述及展示而进行配置。

[0114] 在一些实施例中,所述系统包含额外传感器,其包含图像增强器,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像于所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出替代当传感器电子噪声主导所述传感器中的总通道噪声时的输出来检测所述晶片上的缺陷。此实施例可如本文进一步描述及展示而进行配置。

[0115] 在另一实施例中,所述系统包含经配置以进行光子计数的额外传感器,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的所述实质上相同的区域散射的光成像于所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出来检测所述晶片上的缺陷。此实施例可如本文进一步描述及展示而进行配置。

[0116] 在一个实施例中,所述系统包含基于MEMS的光学切换装置,其定位于所述集光子系统与所述传感器之间。在一个此实施例中,所述系统包含至少一个额外传感器,所述多个光束包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置以将由第一组光脉冲产生的所述散射光脉冲中的第一者引导到所述传感器且将由在所述第一组光脉冲后的第二组光脉冲产生的所述散射光脉冲中的第二者引导到所述至少另一传感器。在另一个此实施例中,所述多个光束包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述光学切换装置经配置以分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置将由所述第一组光脉冲产生的所述散射光脉冲的所述不同区段的仅一者引导到所述传感器且接着将由在所述第一组光脉冲后的第二组光脉冲产生的所述散射光脉冲的所述不同区段的仅另一者引导到所述传感器。此类实施例可如本文进一步描述及展示而进行配置。

[0117] 在一个实施例中,所述多个光束包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述照明子系统经配置以使将所述光脉冲引导到所述晶片上的所述实质上相同区域的频繁度少于当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时的频繁度。此实施例可如本文进一步描述进行配置。

[0118] 在另一实施例中,所述多个光束包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转及平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,所述传感器包含区域传感器,当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以一个或一个以上非弯曲线跨所述晶片进行扫描,且当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以螺旋方式跨所述晶片进行扫描。可如本文进一步描述对此实施例进行配置。

[0119] 上述的系统的所述实施例中的每一者可如本文所述而进一步进行配置。

[0120] 额外的实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含照明子系统,其经配置以使由所述照明子系统将多个脉冲光束中的第一者引导到晶片上的区域在时间上早于将所述多个脉冲光束中的第二者引导到所述区域。所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者在所述晶片上具有彼此不同的形状及大小。所述多个脉冲光束中的所述第一者与所述第二者具有彼此不同的波长、彼此不同的偏振或彼此不同的波长及偏振。此照明子系统可如本文进一步描述及展示而配置。

[0121] 所述系统还包含经配置以使所述多个脉冲光束跨所述晶片进行扫描的扫描子系统。可以如本文进一步描述及展示的方式来配置此扫描子系统。此外,所述系统包含经配置以将从所述晶片上的所述区域散射的光成像到一个或一个以上传感器的集光子系统。所述一个或一个以上传感器响应于散射光而产生输出。可如本文进一步描述及展示来配置所述集光子系统及所述一个或一个以上传感器。

[0122] 所述系统进一步包含计算机子系统,其经配置以使用所述一个或一个以上传感器的所述输出来检测所述晶片上的缺陷,且使用响应于归因于所述多个脉冲光束中的所述第一者的照明而来自所述区域的散射光的输出来确定应被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的功率。可如本文进一步描述及展示来配置所述计算机子系统。

[0123] 在一个实施例中,照明子系统包含Q切换激光器,且所述计算机子系统基于所确定的功率而减弱Q切换激光器的功率。在另一实施例中,照明子系统包含Q切换激光器,且如果所确定的功率为零,那么所述计算机子系统防止Q切换激光器产生所述多个脉冲光束的将照射所述区域的所述第二者。在额外实施例中,所述计算机子系统经配置以监测实际上被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的功率且基于被引导到所述区域的所述功率来更改所述系统的一个或一个以上参数,以使实际上被引导到所述区域的所述多个脉冲光束中的所述第二者的所述功率正规化。可如本文进一步描述来配置此类实施例。

[0124] 可如本文所述来进一步配置上述实施例中的的每一者。

[0125] 进一步实施例涉及经配置检查晶片的另一系统。此系统包含经配置以将光脉冲引导到晶片上的区域的照明子系统。可如本文进一步描述及展示来配置所述照明子系统。

[0126] 在一个实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上无变化且在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度,且所述光脉冲以区域照明模式照射所述晶片上的所述区域。在一个此实施例中,所述照明子系统包含耦合到所述激光的光束整形光学元件。在另一实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度且所述光脉冲以区域照明模式照射所述晶片上的所述区域。可如本文进一步描述来配置这些实施例。

[0127] 所述系统还包含经配置以使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描的扫描子系统。可如本文进一步描述及展示来配置所述扫描子系统。

[0128] 在一个实施例中,所述扫描子系统经配置以通过旋转所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述照明子系统经配置以使将所述光脉冲引导到所述晶片上的所述区域的频繁度少于当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时的频繁度。可如本文进一步描述来配置此实施例。

[0129] 在另一实施例中,所述扫描子系统经配置以通过旋转及平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,所述传感器包含区域传感器,当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以一个或一个以上非弯曲线跨所述晶片进行扫描,而当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以螺旋方式跨所述晶片进行扫描。可如本文进一步描述来配置此实施例。

[0130] 一般可接受1KHz及更高的激光重复率。相对高的重复率或旋转区域检查系统上的

CW激光器的一个明显缺点在于,在单一传感器获取循环期间,需要不合意地高的数据速率来避免使图像拖影。然而,较低的重复率可增加损坏晶片的可能性。一些晶片(例如,包含有机膜的晶片)较易受损。对于入射于晶片上的相同平均激光强度,如果忽略非线性加热效应,那么较低的重复率将比较高的重复率容易使晶片损坏。对于相对低的重复率,可在较大区域上扩散所述激光照明的强度,因此减小损坏的可能性,但光学器件视场(及可能的传感器大小)要求将增加且会大幅度增加所述系统的成本。对于每帧一个激光脉冲,最大的激光重复率还可由最大传感器帧速率限制。然而,可通过减小所述传感器上的有效像素或元件数目而潜在地减小所述传感器帧速率。

[0131] 为了避免表面损坏,同时改善灵敏性,可在所述晶片上的每个区域上使用多个激光脉冲。样本仍连续地移动,但在后续的光源脉冲之间会存在暴露区域上的相对大的重叠。在此情况下,可增加传感器速度(帧速率)以维持检查处理量。可从所述传感器读取由每一个别激光脉冲产生的散射信号,且在后传感器硬件或软件中进行对齐、重叠及处理。

[0132] 或者,所述系统包含经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的光脉冲成像到传感器的集光子系统。所述传感器经配置以对一定数目的散射光脉冲进行积分,所述散射光脉冲的数目少于可成像于所述传感器的整个区域上的散射光脉冲的数目。以此方式,所述传感器可以部分TDI模式/部分CCD模式运行。例如,传感器可以TDI模式运行,以有效地对一或两个(或另一合适数目的)脉冲进行光学积分。在一些实施例中,由所述传感器积分的所述数目的脉冲为散射光的一个脉冲,且所述传感器在散射光的所述一个脉冲的持续时间内进行积分且接着响应于所述传感器的所述散射光的所述一个脉冲而转移任何电荷离开所述传感器。对于小数目的脉冲,在 r - θ 检查系统上操作的矩形传感器的“拖影”效应可能有限。例如,可积分的像素的数目可仅为2或3个像素,此可通过限制所积分的像素的数目而实现,此不同于通常使用传感器(例如,通常积分在整个传感器上的像素)进行积分的方式。所述传感器经配置以响应于所述经积分的散射光脉冲而产生输出。可如本文描述及展示来进一步配置所述集光子系统及所述传感器。可如常(Chaug)等人于2011年12月12日申请的美国专利申请案序号61/569,611所述配置此实施例,所述申请案以引用的方式并入本文中,如同在本文中完全陈述一般。

[0133] 在一个实施例中,所述集光子系统包含具有非完全衍射限制的分辨率的散射光集光器。可如本文所描述来进一步配置此实施例。

[0134] 在一个实施例中,所述扫描子系统经配置以通过同时旋转且平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且所述传感器包含像素的矩形阵列。例如,如图14中所示。传感器1400可包含像素1402的矩形阵列。

[0135] 在另一实施例中,所述集光子系统包含经配置以将所述散射光脉冲中的一者中的所有散射光成像到所述传感器的仅一个像素的一个或一个以上变形光学元件。例如,可改变包含于所述集光子系统中的所述光学器件的变形比率,以将所有光收集到一个像素上。解决激光脉冲由于所述脉冲的持续时间而跨若干像素延伸的问题的另一途径是具有放大光学器件,其放大所述点的拖影图像,使得最终所述图像在所述传感器上呈圆形而非椭圆形。光轴中的一者将具有与另一光轴不同的放大率。除了持续时间有限的激光脉冲的问题之外,这些变形光学配置还可用于匹配采用具有不同纵横比、分辨率及/或大小的光学传感器的通道。

[0136] 在另一实施例中,所述传感器在散射光脉冲的持续时间内进行单向积分且接着响应于所述散射光脉冲而双向地转移任何电荷离开所述传感器。例如,如图14中所示,所述传感器可在由箭头1404展示的一个方向上进行单向积分且接着如箭头1406所示双向地转移任何电荷。如图14中进一步所示,所述积分方向可垂直于电荷转移的方向。以此方式,所述传感器可在所述脉冲期间进行积分,接着颠倒所述传感器上电荷转移方向。此外,所述传感器可为CCD,且许多CCD允许电荷转移离开CCD的两个侧,因此有效地使数据速率增加一倍。然而,所述激光点仅向所述传感器的所述侧中的一者拖影。因此,如果进行单向积分,一旦所述激光脉冲完成,那么停止积分,且接着使电荷双向地移离,则可获得最大的数据速率/处理量优点,同时仍能对所有的光进行光学积分。

[0137] 在一些实施例中,所述传感器包含图像增强器及区域传感器,且所述传感器在所述散射脉冲光的持续时间内进行积分且直到对应于所述散射光脉冲的所述图像增强器的所有磷光体能量已完全衰减为止。在此类实施例中,所述传感器可为TDI传感器、CCD或CMOS传感器。例如,如果传感器正在检测图像增强器的输出,那么所述图像增强器包含花费相对长时间来衰减的磷光体(例如,电视)。可在收集所有此磷光体能量所需的时间内对传感器的所述像素进行积分,接着开始转移电荷(对于CCD的情况)或者读出所述像素电压(对于CMOS的情况)。显而易见,此将造成由于需要等待所述磷光体衰减而损害处理量,但至少所有的能量将被收集于小数字的像素中。可如本文所描述及展示来进一步配置此实施例。

[0138] 在一个实施例中,所述传感器相对于所述光脉冲在时间上是同步的,以仅检测具有预定到达时间的散射光脉冲。在一个此实施例中,具有预定到达时间的所述散射光脉冲包含荧光或光致发光。可如本文所描述及展示来进一步配置此类实施例。

[0139] 所述系统进一步包含经配置以使用由所述传感器产生的输出来检测所述晶片上的缺陷的计算机子系统。可如本文所描述及展示来进一步配置所述计算机子系统。

[0140] 在一个实施例中,所述系统包含经配置用于分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的所述散射光脉冲的光学元件,所述传感器经配置以检测所述不同区段中的一者,且所述系统包含经配置以检测所述不同区段中的另一者的另一传感器。在一个此实施例中,所述系统经配置以取决于待由所述传感器检测的所述不同区段中的一者及待由所述另一传感器检测的所述不同的区段中的另一者而更改或更换所述光学元件。可如本文所描述及展示来进一步配置此类实施例。

[0141] 在一个实施例中,所述系统包含经配置用于分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的所述散射光脉冲的光学元件,所述传感器经配置以使用所述传感器的一部分检测所述不同区段中的一者且使用所述传感器的不同部分检测所述不同区段中的另一者,且所述传感器的所述一部分与所述另一部分在所述传感器上彼此不重叠且不邻接。可如本文所描述及展示来进一步配置此实施例。

[0142] 在一些实施例中,所述系统包含额外传感器,其包含图像增强器,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的光脉冲成像到所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光脉冲而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出替代当传感器电子噪声主导所述传感器中的总通道噪声时的输出来检测所述晶片上的缺陷。可如本文所描述及展示来进一步配置此实施例。

[0143] 在一个实施例中,所述系统包含经配置以进行光子计数的额外传感器,所述集光

子系统经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的所述光脉冲成像到所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光脉冲而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出来检测所述晶片上的缺陷。可如本文所描述及展示来进一步配置此实施例。

[0144] 在一些实施例中,所述系统包含基于MEMS的光学切换装置,其定位于所述集光子系统与所述传感器之间。在一个此实施例中,所述系统包含至少一个额外传感器,所述光学切换装置经配置以将由所述光脉冲中的第一者产生的所述散射光脉冲中的第一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲中的所述第一者后的所述光脉冲的第二者产生的所述散射光脉冲中的第二者引导到所述至少一个额外传感器。在另一个此实施例中,所述光学切换装置经配置以分离在所述集光子系统的一集光NA的不同区段中收集的散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置将由所述光脉冲中的第一者产生的所述散射光的不同区段中的仅一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲的所述第一者后的所述光脉冲中第二者产生的所述散射光的不同区段中的仅另一者引导到所述传感器。可如本文进一步描述及展示来配置此类实施例。

[0145] 可如本文所描述来进一步配置上述实施例中的每一者。

[0146] 另一实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。此系统包含经配置以将光引导到晶片上的区域的照明子系统。可如本文进一步描述及展示来配置此照明子系统。所述系统还包含经配置以使所述光跨所述晶片进行扫描的扫描子系统。可如本文进一步描述及展示来配置此扫描子系统。此外,所述系统包含经配置以将从所述晶片上的所述区域散射的光引导到传感器的集光子系统。所述传感器经配置以响应于所述散射光而产生输出。可如本文所描述及展示来配置所述集光子系统及所述传感器。

[0147] 所述系统进一步包含计算机子系统,其经配置以:使用由所述传感器产生的输出来检测所述晶片上的点缺陷;确定所述点缺陷的以像素计的大小;基于所述点缺陷的大小来确定所述系统的聚焦条件;以及基于所述聚焦条件来更改所述系统的一个或一个以上参数。以此方式,所述系统可通过查看缺陷的点扩散函数而执行自动聚焦。换句话说,用于确定所述晶片的高度的一种潜在手段为查看由实际检查过程检测的点缺陷的以像素计的大小。因此,本文所述的所述实施例可针对用检查算法测量聚焦条件而配置。具体来说,由于在非图案化检查系统上检测的许多缺陷将为实质上很小的背景上的点缺陷,因此检测这些缺陷(成像到一个2D传感器上)的算法也可表征这些缺陷的大小。如果所述缺陷大于由所述系统校准指定的大小,那么此可对应于散焦条件。例如,如图15中所示,成像到二维传感器1502上的缺陷1500在所述系统聚焦时具有一个大小,且成像到所述相同二维传感器1502上的缺陷1504将在所述系统离焦时具有不同(例如,较大)大小。此类实施例可使得不需要单独的自动聚焦感测系统或者可使现有的自动聚焦感测系统可更简单。

[0148] 由所述计算机子系统更改的所述系统的所述一个或一个以上参数可包含:所述检查照明的位置;照明光学器件、集光光学器件的位置;晶片高度;晶片的倾斜度;卡盘的倾斜度;或所述检查系统内的温度及/或压力。可使用前馈技术更改所述一个或一个以上参数。所述系统的聚焦的深度可取决于如上所述的存在于所述集光光学器件中介于所述晶片与所述传感器之间的小孔及/或偏振器,且所述系统操作可经配置以考虑到优化对不同类型的晶片的检查所开发的这些多种检查模式。

[0149] 最有利在非图案化检查应用中完成基于点缺陷的大小来确定所述晶片的高度。在

图案化晶片检查应用中,所述晶片上存在将光散射到所述传感器上的许多不同的结构。这些结构中的每一者可具有小于或大于所述成像透镜点扩散函数的大小。将难以确定任一特定传感器帧中的哪个或哪些光图案将提供合适的自动聚焦误差信号。另一方面,在非图案化检查应用中,许多缺陷为点缺陷,且大小远远小于所述成像系统点扩散函数(其可为大约250nm到300nm),且因此,所有的缺陷将出现在所述传感器上而接近所述点扩散函数的确切大小。在此情况下,可容易计算偏差。

[0150] 在一个实施例中,所述计算机子系统经配置以在对所述晶片执行检查过程期间确定所述聚焦条件且更改所述一个或一个以上参数。以此方式,所述计算机子系统可在原位控制所述焦点且因此在所述检查过程期间保持所述晶片聚焦。可以任何合适的方式配置所述计算机子系统来执行原位控制。

[0151] 在另一实施例中,所述系统包含额外子系统,其经配置以先在由所述照明子系统将所述光引导到所述区域之前将其它光引导到所述晶片上的额外区域,所述额外子系统包含经配置以检测从所述额外的区域散射的光的额外传感器,且所述计算机子系统经配置以基于从所述额外的区域散射的检测到的光来更改由所述照明子系统引导到所述区域的光的功率。可如图11所示配置所述区域及所述额外的区域,但在此实施例中,所述区域与所述额外的区域并不必具有不同的大小及形状。此外,可以类似于图12中所示的方式布置所述额外子系统,其中光源1200、1202及1204中的一者用作所述额外子系统的光源且传感器130及502中的一者用作所述额外子系统的传感器。以此方式,所述额外子系统及所述主检查子系统两者可使用某些相同的光学元件,例如折射光学元件912及散射光集光器122。所述额外子系统可包含任何其它合适的光学元件。可如本文进一步描述在此实施例中配置所述计算机子系统,以更改被所述照明子系统引导到所述区域的光的功率。

[0152] 在一些实施例中,所述集光子系统经配置以将从所述晶片上的区域散射的光引导到一个或一个以上额外传感器,所述一个或一个以上额外传感器经配置以响应于所述散射光而产生输出,所述传感器及所述一个或一个以上额外传感器中的每一者经配置以检测在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的散射光,且所述计算机子系统经配置以:使用由所述一个或一个以上额外传感器产生的输出来检测所述晶片上的点缺陷;使用不同输出(分别由所述一个或一个以上额外传感器针对所述点缺陷中的至少一者产生)针对所述点缺陷中的至少一者确定以像素计的不同大小;基于所述大小及所述不同大小确定针对所述点缺陷中的所述至少一者的加权大小;基于所述加权大小确定所述系统的所述聚焦条件;以及基于所述聚焦条件更改所述系统的所述一个或一个以上参数。例如,可通过各种通道对所述点扩散函数进行加权(每一通道产生稍微不同的点扩散函数,因为每一通道收集所述散射半球体的不同部分)以获得更好的反馈信号。可如本文所描述来进一步配置此集光子系统、额外传感器及计算机子系统。

[0153] 在另一实施例中,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的不同点缺陷散射的所述光成像到所述传感器的不同部分上,且所述计算机子系统经配置以基于不同点缺陷的大小及从所述不同点缺陷散射的光成像于其上的传感器的不同部分的大小之间的关系来确定所述晶片是否及如何倾斜。例如,可基于跨所述传感器的响应来倾斜所述抓握卡盘而实时地校正所述晶片的倾斜度(例如,所述传感器的边缘处的一个缺陷的点扩散函数对所述传感器的中点处的另一缺陷的点扩散函数可指示所述晶片并非水平且因此应倾斜所述

晶片)。

[0154] 可如本文所描述来进一步配置上述的实施例中的每一者。

[0155] 额外实施例涉及一种经配置以检查晶片的系统。所述系统包含经配置以将光引导到晶片上的区域的照明子系统。所述光以区域照明模式照射所述晶片上的所述区域。可如本文所描述及展示来进一步配置此照明子系统。

[0156] 在一个实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述光包含光脉冲,且被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内在空间上无变化且在所述光脉冲持续时间内具有实质上恒定的强度。在一个此实施例中,所述照明子系统包含耦合到所述激光的光束整形光学元件。可如本文所描述及展示来进一步配置此类实施例。在一些实施例中,所述照明子系统包含频率转换激光器,所述光包含光脉冲,且被引导到所述晶片上的所述区域的所述光脉冲在所述光脉冲的持续时间内具有实质上恒定的强度。可如本文进一步所描述来配置此实施例。

[0157] 所述系统还包含经配置以使所述光跨所述晶片进行扫描的扫描子系统。可如本文进一步所描述及展示来配置此扫描子系统。

[0158] 在一个实施例中,所述光包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,且当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述照明子系统经配置以使将所述光脉冲引导到所述晶片上的所述区域的频繁度少于当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时的频繁度。在另一实施例中,所述光包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述扫描子系统经配置以通过旋转及平移所述晶片而使所述光脉冲跨所述晶片进行扫描,所述传感器包含区域传感器,当使所述光脉冲跨所述晶片的中心区进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以一个或一个以上非弯曲线跨所述晶片进行扫描,而当使所述光脉冲跨所述晶片在所述中心区的外侧进行扫描时,所述扫描子系统使所述光脉冲以螺旋方式跨所述晶片进行扫描。可如本文所描述及展示来进一步配置此类实施例。

[0159] 此外,所述系统包含经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的光成像到传感器的集光子系统。所述传感器经配置以响应于所述散射光而产生光输出。可如本文进一步描述及展示来配置此集光子系统及所述传感器。

[0160] 在一个实施例中,所述光包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,且所述传感器相对于所述光脉冲在时间上同步,以仅检测具有预定到达时间的所述散射光脉冲。在一个此实施例中,具有预定到达时间的所述散射光脉冲包含荧光或光致发光。可如本文所描述来进一步配置此类实施例。

[0161] 所述系统还包含经配置以使用由所述传感器产生的输出来检测所述晶片上的缺陷的计算机子系统。可如本文进一步描述及展示来配置所述计算机子系统。

[0162] 在一个实施例中,所述系统包含额外传感器,其包含图像增强器,所述集光子系统经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的光脉冲成像到所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光脉冲而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出替代当传感器电子噪声主导所述传感器中的总通道噪声时的输出来检测所述晶片上的缺陷。可如本文所描述及展示来进一步配置此实施例。

[0163] 在另一实施例中,所述系统包含经配置以进行光子计数的额外传感器,所述集光

子系统经配置以使从所述晶片上的所述区域散射的所述光成像到所述额外传感器,所述额外传感器响应于所述散射光而产生额外输出,且所述计算机子系统经配置以使用所述额外输出来检测所述晶片上的缺陷。可如本文所描述来配置此实施例。

[0164] 在一些实施例中,所述系统包含基于MEMS的光学切换装置,其定位于所述集光子系统与所述传感器之间。在一个此实施例中,所述系统包含至少一个额外传感器,所述光包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置以将由所述光脉冲中的第一者产生的所述散射光脉冲中的第一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲中的所述第一者后的所述光脉冲中的第二者产生的所述散射光中的第二者引导到所述至少一个额外传感器。在另一个此实施例中,所述光包含光脉冲,所述散射光包含散射光脉冲,所述光学切换装置经配置以分离在所述集光子系统的集光NA的不同区段中收集的散射光脉冲,且所述光学切换装置经配置仅将由所述光脉冲中的第一者产生的所述散射光脉冲的不同区段中的第一者引导到所述传感器且将由在所述光脉冲的所述第一者后的所述光脉冲中的第二者产生的所述散射光脉冲的不同区段中的仅另一者引导到所述传感器。可如本文所描述及展示来进一步配置此类实施例。

[0165] 可如本文所描述来进一步配置上述实施例中的每一者。

[0166] 本文所述的系统中的任一者可包含经设计以独立于或结合上述的主检查光学通道来检测缺陷的额外通道及/或子系统(图中未展示)。此额外通道的一个实例为诺马斯基(Nomarski)差分干涉对比(DIC)“亮场(bright field)”通道。

[0167] 本文所述的任何检查系统的所有通道产生关于所关注的表面质量以及缺陷的信息。可通过多种逻辑构件及/或用多种数学运算来组合来自多个通道的输出,如在2010年7月29日颁予陈(Chen)等人的第2010/0188657号美国专利申请公开案及于2012年2月23日颁予陈(Chen)等人的第2012/0044486号美国专利申请公开案中所述,所述专利申请案以引用的方式并入本文中,如同在本文中完全陈述一般。有时此被称为图像或通道融合且可有利地改善异常俘获率,同时减小错误计数率。

[0168] 本文所述的实施例可如颁予格塔(Guetta)的第7,286,697号美国专利、颁予孔盖特(Korngut)等人的第7,339,661号美国专利、颁予弗曼(Furman)等人的第7,525,659号美国专利、颁予弗曼(Furman)等人的7,826,049号美国专利及颁予弗曼(Furman)的第7,843,558号美国专利来进一步配置,所述专利全部以引用的方式并入本文中,如同在本文中完全陈述一般。

[0169] 所属领域的技术人员鉴于此描述可明白本发明的多个方面的进一步修改及替代性实施例。例如,提供经配置以检查晶片的系统。因此,此描述应仅被解读为说明性的且是为了教示所属领域的技术人员实施本发明的一般方式。应理解,本文展示及描述的本发明的形式应被视为当前优选的实施例。如受益于本发明的此描述的此项技术中的技术人员将明白,可使用元件及材料替代本文所说明及描述的元件及材料,可颠倒部分及过程,且可独立地使用本发明的某些特征。在不脱离所附权利要求书所述的本发明的精神及范围的情况下,可对本文所述的元件做出改变。

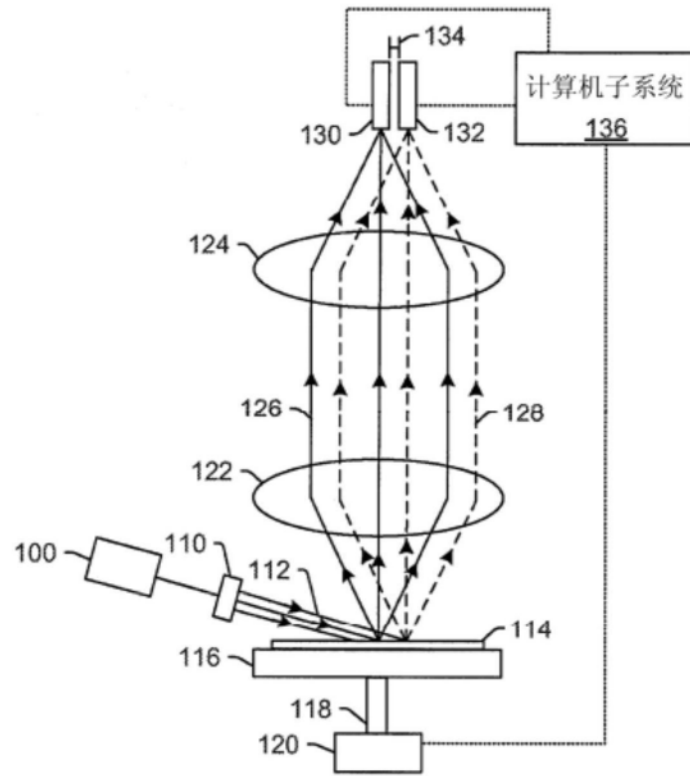


图1

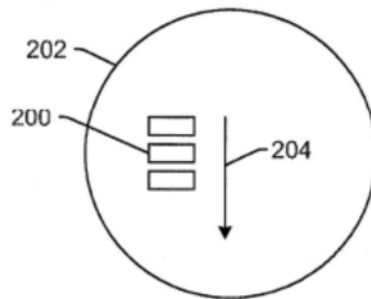


图2

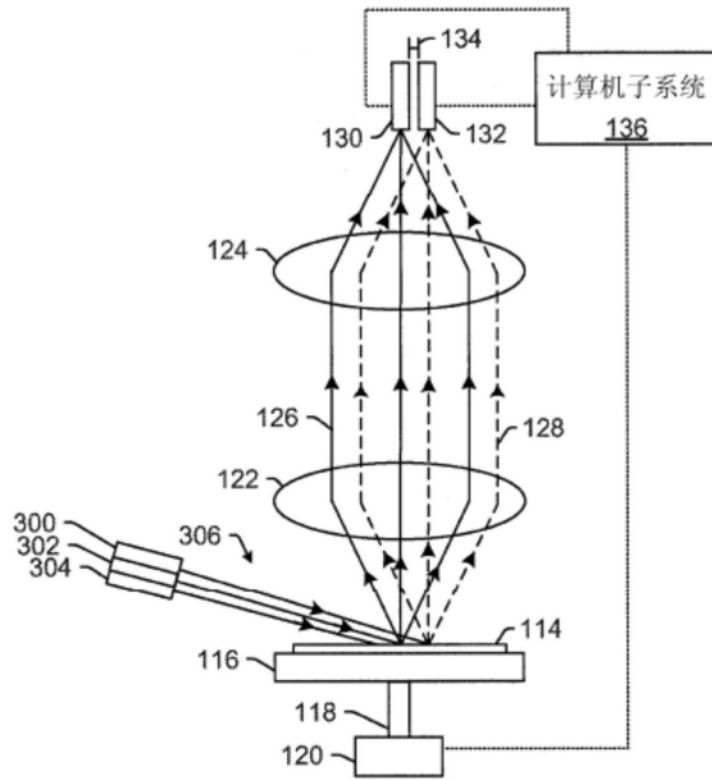


图3

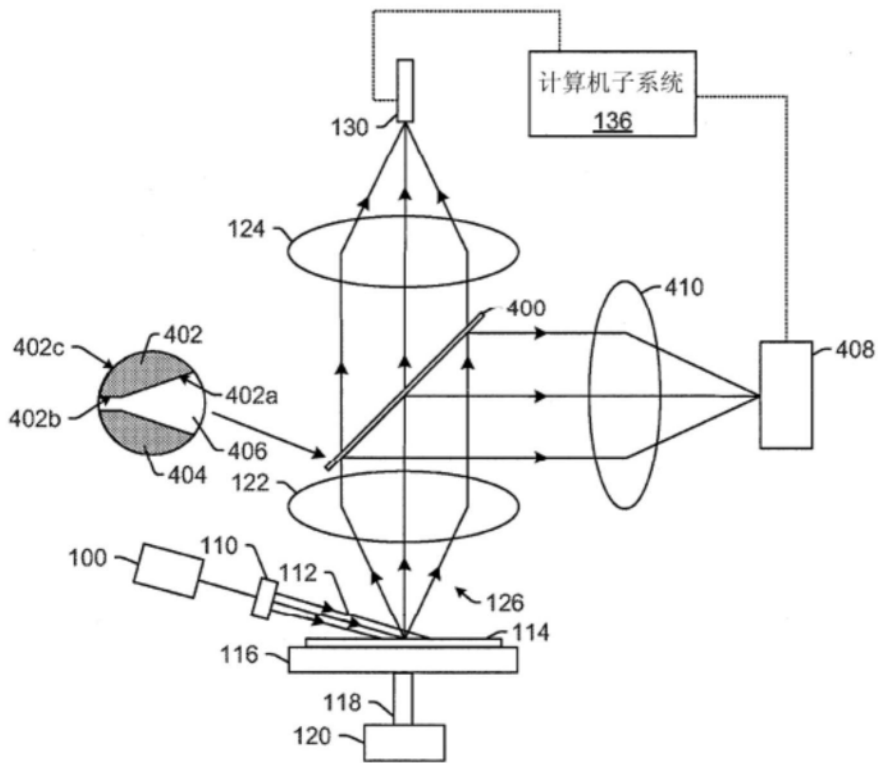


图4

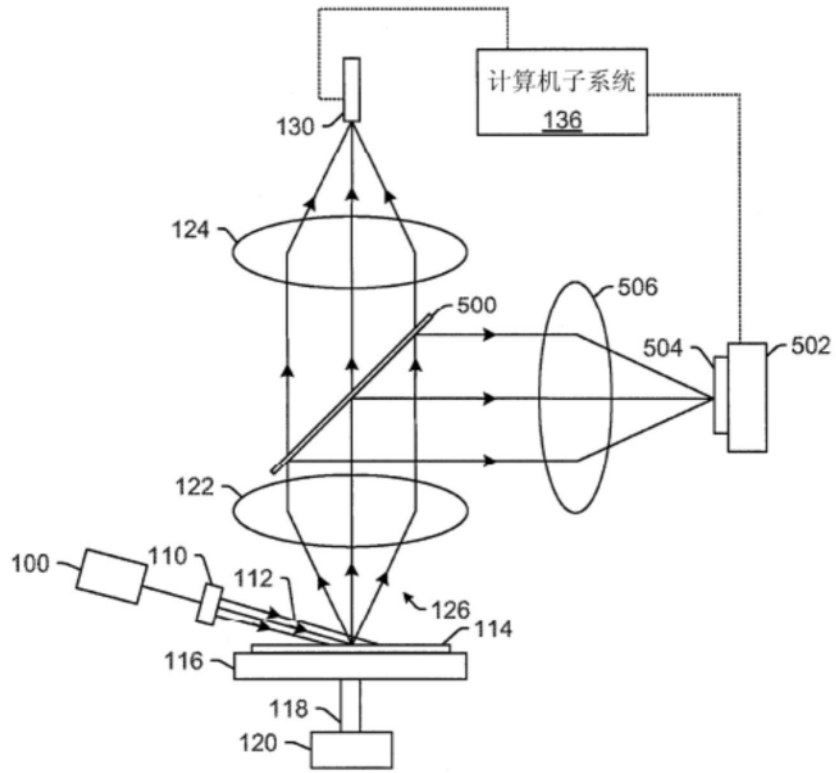


图5

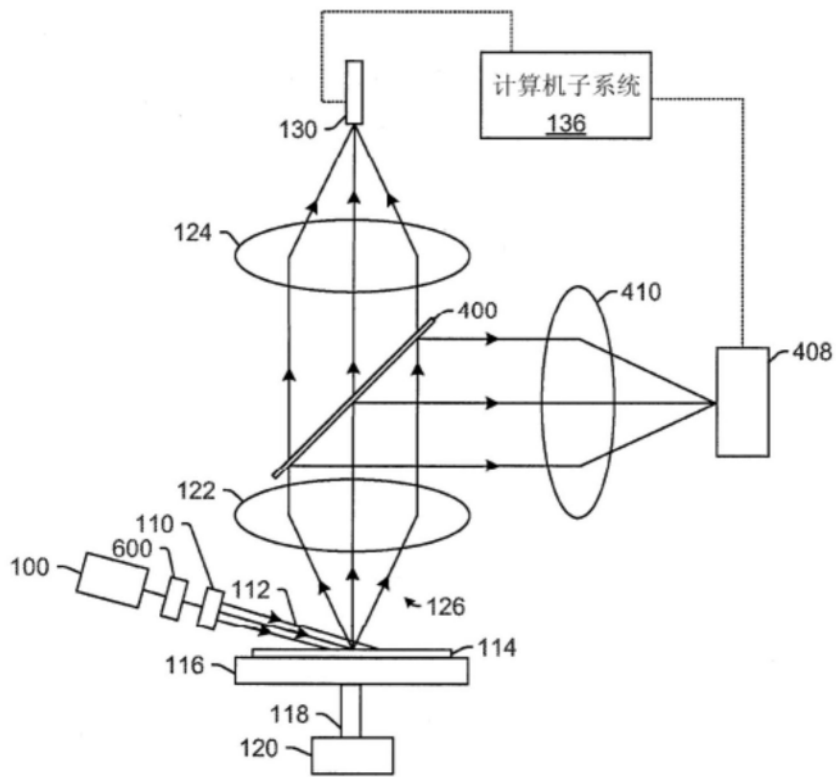


图6

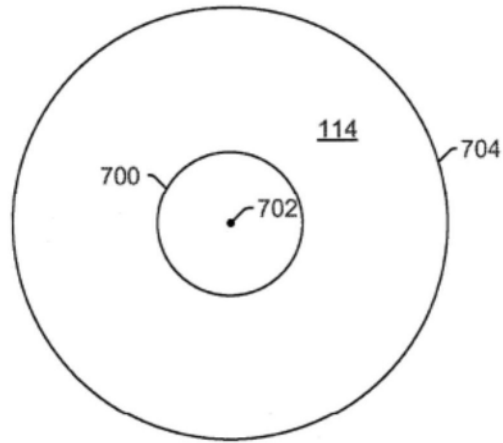


图7

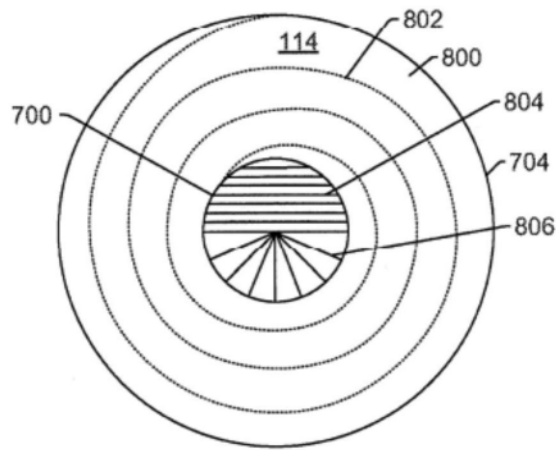


图8

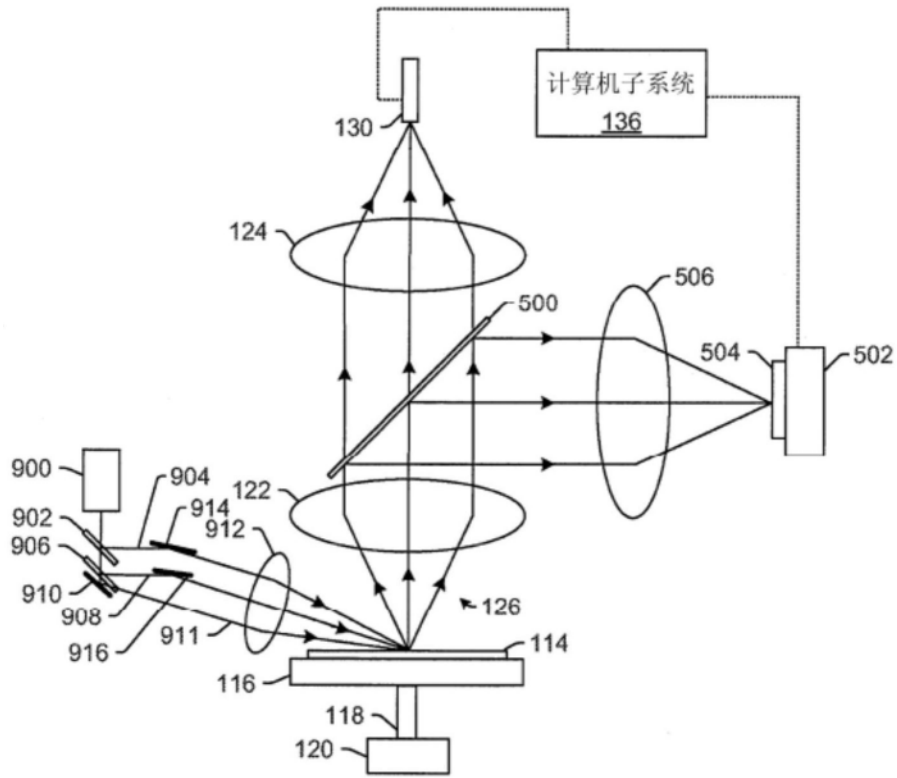


图9

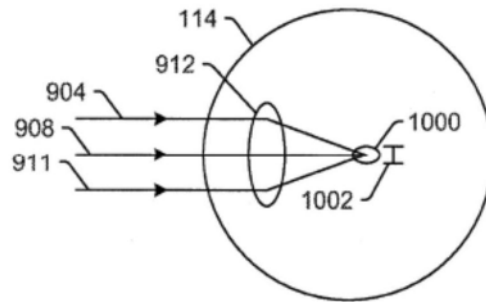


图10

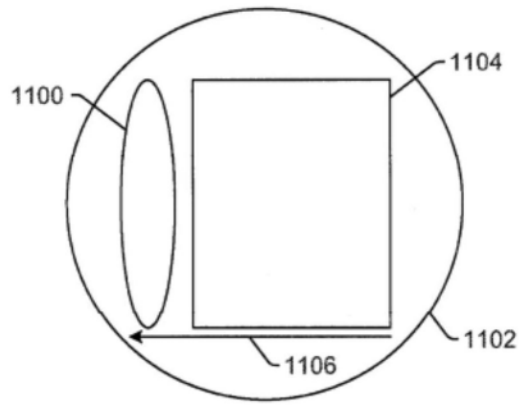


图11

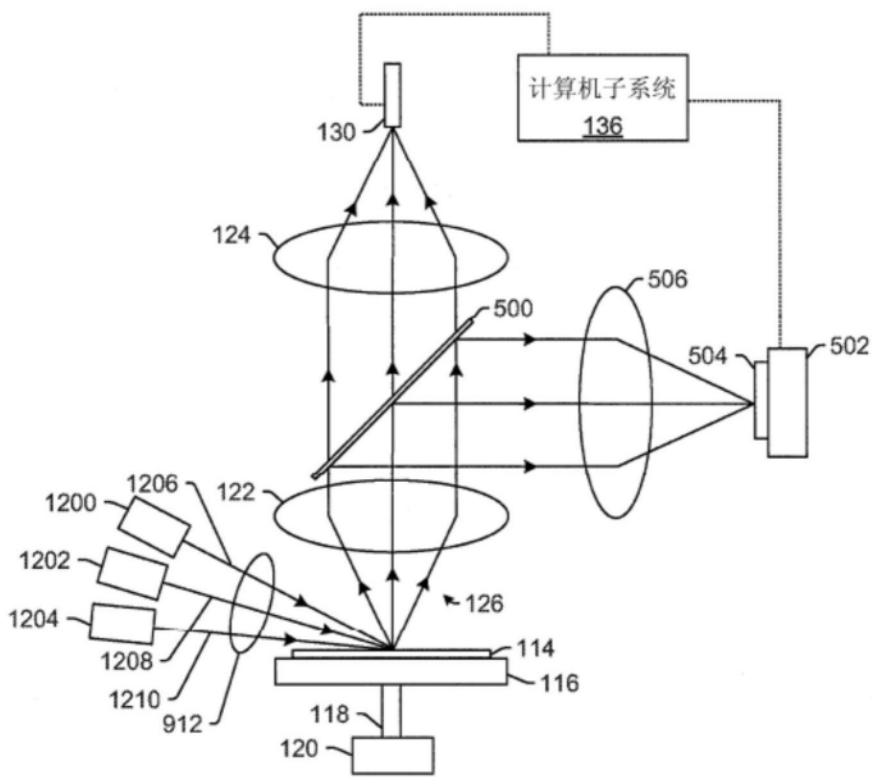


图12

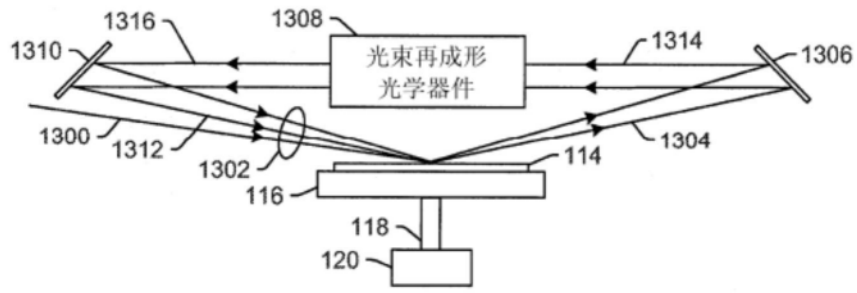


图13

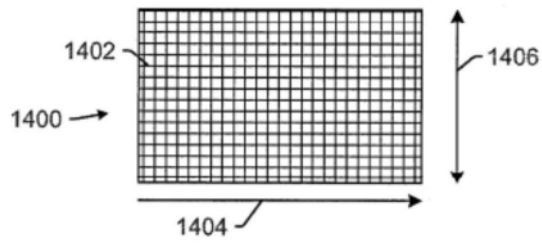


图14

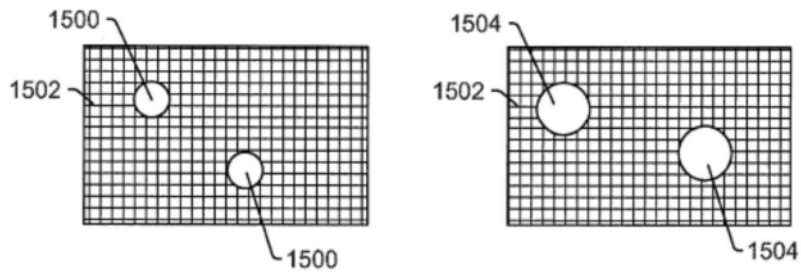


图15