



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106575631 B

(45)授权公告日 2019.02.01

(21)申请号 201580038195.1

(72)发明人 黄传勇 李晴 D·佩蒂伯恩

(22)申请日 2015.07.21

B·格拉韦斯

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

申请公布号 CN 106575631 A

代理人 张世俊

(43)申请公布日 2017.04.19

(51)Int.Cl.

H01L 21/66(2006.01)

(30)优先权数据

62/027,393 2014.07.22 US

14/804,296 2015.07.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/041409 2015.07.21

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/014590 EN 2016.01.28

审查员 罗慧晶

(73)专利权人 科磊股份有限公司

权利要求书3页 说明书8页 附图4页

地址 美国加利福尼亚州

(54)发明名称

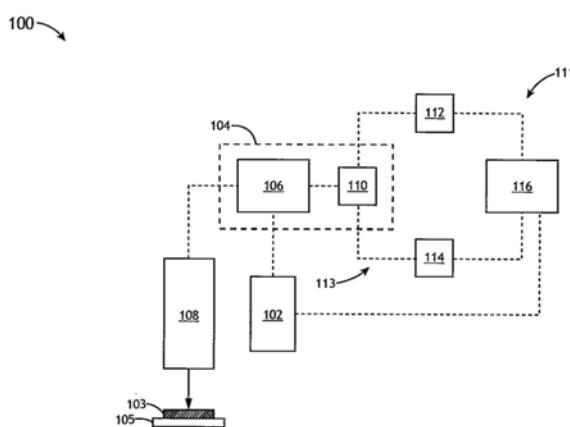
用于同步暗场及相位对比检验的系统及方

法

(57)摘要

本发明涉及一种用于同步暗场DF及差分干涉对比DIC检验的检验设备，其包含照明源及经配置以固定样本的样本载物台。所述检验设备包含第一传感器、第二传感器及光学子系统。所述光学子系统包含物镜、一或多个光学元件，所述光学元件经布置以通过所述物镜将来自所述一或多个照明源的照明引导到所述样本的表面。所述物镜经配置以收集来自所述样本的所述表面的信号，其中所述收集到的信号包含来自所述样本的基于散射的信号及/或基于相位的信号。所述检验设备包含一或多个分离光学元件，其经布置以通过沿着DF路径及DIC路径分别引导DF信号及DIC信号，将所述收集到的信号在空间上分离成所述DF信号与所述DIC信号。

CN 106575631 B



1. 一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备,其包括:

一或多个照明源;

样本载物台,其经配置以固定样本;

第一传感器;

第二传感器;及

光学子系统,其包括:

物镜;

一或多个光学元件,其经布置以通过所述物镜将来自所述一或多个照明源的照明引导到所述样本的表面,

其中所述物镜经配置以收集来自所述样本的所述表面的收集到的信号,其中所述收集到的信号包含来自所述样本的基于散射的信号与基于相位的信号中的至少一者;及

一或多个分离光学元件,其经布置以通过沿着暗场路径将暗场信号引导到所述第一传感器,且沿着差分干涉对比路径将差分干涉对比信号引导到所述第二传感器,而将所述收集到的信号在空间上分离成所述暗场信号与所述差分干涉对比信号,

其中所述一或多个分离光学元件包括反射式光瞳屏蔽件,所述反射式光瞳屏蔽件经布置以基于所选择的NA阈值将所述收集到的信号在空间上分离成暗场信号与差分干涉对比信号。

2. 根据权利要求1所述的设备,进一步包括:

控制器,其以通信方式耦合到所述第一传感器与所述第二传感器,其中所述控制器经配置以:

从所述第一传感器接收与所述样本相关联的所述暗场信号的一或多个测量;且从所述第二传感器接收与所述样本相关联的所述差分干涉对比信号的一或多个测量。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述控制器进一步经配置以执行数据融合过程,以同步地特征化所述样本的一或多个部分与所述接收到的暗场信号及所述接收到的差分干涉对比信号。

4. 根据权利要求2所述的设备,其中所述控制器进一步经配置以执行数据融合过程,以独立地特征化所述样本的一或多个部分与所述接收到的暗场信号或所述接收到的差分干涉对比信号中的至少一者。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述光学子系统的所述反射式光瞳屏蔽件包括:

镜像光瞳屏蔽件,其经配置以沿着暗场路径反射具有大于所选择的NA阈值的NA的照明,所述镜像光瞳屏蔽件进一步经配置以沿着差分干涉对比路径传输具有小于所述所选择的NA阈值的NA的照明。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述光学子系统的所述反射式光瞳屏蔽件包括:

至少一镜像光瞳屏蔽件,其经配置以沿着暗场路径反射具有小于所选择的NA阈值的NA的照明,所述镜像光瞳屏蔽件进一步经配置以沿着差分干涉对比路径传输具有大于所述所选择的NA阈值的NA的照明。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述光学子系统的所述一或多个分离光学元件包括:

分束器,其经配置以将所述收集到的信号分离成沿着所述暗场路径引导到所述第一传

感器的第一部分,与沿着所述差分干涉对比路径引导到所述第二传感器的第二部分。

8. 根据权利要求1所述的设备,其中所述一或多个照明源包括:

一或多个激光器。

9. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一传感器包括:

一维传感器。

10. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第二传感器包括:

二维传感器。

11. 根据权利要求1所述的设备,其中所述设备经配置作为晶片检验工具。

12. 根据权利要求1所述的设备,其中所述设备经配置作为用于生物样本的显微镜。

13. 一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备,其包括:

一或多个照明源;

样本载物台,其经配置以固定样本;及

光学子系统,其包括:

物镜;

镜像光瞳屏蔽件,其经配置以传输具有低于所选择的NA阈值的NA的照明;

一或多个光学元件,其经布置以引导具有低于所述所选择的NA阈值的NA的照明通过所述镜像光瞳屏蔽件,其中所述一或多个光学元件进一步经配置以引导通过所述镜像光瞳屏蔽件传输的照明通过所述物镜且到所述样本的表面,

其中所述物镜经配置以收集来自所述样本的所述表面的收集到的信号,其中所述收集到的信号包含来自所述样本的散射信号与相位信号中的至少一者,

其中所述镜像光瞳屏蔽件进一步经配置以通过沿着暗场路径将具有超出所述所选择的NA阈值的NA的所述收集到的照明的一部分反射到第一传感器,且沿着差分干涉对比路径将具有低于所述所选择的NA阈值的NA的所述收集到的照明的一部分传输到第二传感器,来将所述收集到的信号在空间上分离成暗场信号与差分干涉对比信号。

14. 根据权利要求13所述的设备,其中所述一或多个照明源包括:

一或多个激光器。

15. 根据权利要求13所述的设备,其中所述第一传感器包括:

一维传感器。

16. 根据权利要求13所述的设备,其中所述第二传感器包括:

二维传感器。

17. 根据权利要求13所述的设备,其中所述设备经配置作为晶片检验工具。

18. 根据权利要求13所述的设备,其中所述设备经配置作为用于生物样本的显微镜。

19. 一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备,其包括:

一或多个照明源;

样本载物台,其经配置以固定样本;及

光学子系统,其包括:

物镜;

一或多个光学元件,其经配置以引导照明通过所述物镜且到所述样本的表面,其中所述物镜经配置以收集来自所述样本的所述表面的收集到的信号,其中所述收集到的信号包

含来自所述样本的散射信号与相位信号中的至少一者，

分束器，其经配置以沿着暗场路径引导所述收集到的照明的第一部分，其中所述分束器进一步经配置以沿着差分干涉对比路径传输所述收集到的照明的第二部分；

光瞳块，其沿着所述暗场路径安置且经配置以阻挡具有低于所选择的NA阈值的NA的照明；及

光瞳屏蔽件，其沿着所述差分对比干涉路径安置且经配置以阻挡具有超出所述所选择的NA阈值的NA的照明；

第一传感器，其经配置以收集由所述暗场路径的所述光瞳块所传输的照明；及

第二传感器，其经配置以收集由所述差分干涉对比路径的所述光瞳屏蔽件所传输的照明。

20. 根据权利要求19所述的设备，其中所述一或多个照明源包括：

一或多个激光器。

21. 根据权利要求19所述的设备，其中所述第一传感器包括：

一维传感器。

22. 根据权利要求19所述的设备，其中所述第二传感器包括：

二维传感器。

23. 根据权利要求19所述的设备，其中所述设备经配置作为晶片检验工具。

24. 根据权利要求19所述的设备，其中所述设备经配置作为用于生物样本的显微镜。

用于同步暗场及相位对比检验的系统及方法

[0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案根据35U.S.C. §119 (e) 主张2014年7月22日申请的标题为“用于同步暗场及相位对比检验的系统及方法(APPARATUS AND METHODOLOGY FOR SIMULTANEOUS DARK FIELD AND PHASE CONTRAST INSPECTION)”,发明者名为黄传勇(Chuanyong Huang)、李晴(Qing Li)、D·佩蒂伯恩(Donald Pettibone)及B·格拉韦斯(Buzz Graves)的序列号为62/027,393号的美国临时申请案的权益,所述美国临时申请案以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及缺陷检测及分类,且更特定来说,本发明涉及同步暗场检验及差分干涉对比检验。

背景技术

[0004] 由于对半导体装置制造过程的容限持续变窄,所以对于经改进的半导体晶片检验工具的需求持续增加。适于晶片检验的检验工具的类型包含利用来自样本(例如,半导体晶片)的散射信息的暗场(DF)检验工具,及利用来自样本的相位信息的差分干涉对比检验工具。通常,在寻找DF及DIC两种信息时,给定的检验工具或显微镜归因于光学组件、光学布局与检测信号中的差异及/或不兼容性而以DF模式或DIC模式独立地操作。虽然可单独运行不同的光学布局以单独检测DF及DIC信号,但在移动中样本(例如,生物活细胞)的观测期间组合两个分开的信号是耗时的且有时是不可能的。在半导体制造行业中,检验设备能够快速定位并分类一或多个缺陷是重要的。因此,在分开的操作中执行DF及DIC检验减小晶片检验过程的价值。因此,提供解决先前技术中所识别的缺陷的系统及方法将为有利的。

发明内容

[0005] 根据本发明的说明性实施例揭示一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备。在一个说明性实施例中,所述设备包含一或多个照明源。在另一说明性实施例中,所述设备包含经配置以固定样本的样本载物台。在另一说明性实施例中,所述设备包含第一传感器及第二传感器。在另一说明性实施例中,所述设备包含光学子系统,所述光学子系统包括:物镜;及一或多个光学元件,其经布置以通过物镜而将来自一或多个照明源的照明引导到样本的表面,其中所述物镜经配置以收集来自样本的表面的收集到的信号,其中所述收集到的信号包含来自样本的基于散射的信号与基于相位的信号中的至少一者;及一或多个分离光学元件,其经布置以通过沿着暗场路径将暗场信号引导到第一传感器且沿着差分干涉对比路径将差分干涉对比信号引导到第二传感器来将收集到的信号在空间上分离成暗场信号及差分干涉对比信号。

[0006] 根据本发明的额外的说明性实施例揭示一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备。在一个说明性实施例中,所述设备包含一或多个照明源、经配置以固定样本的样本

载物台及光学子系统。在另一说明性实施例中，光学子系统包含物镜、经配置以传输具有低于所选择的NA阈值的NA的照明的镜像光瞳屏蔽件及经布置以引导具有低于所述所选择的NA阈值的NA的照明通过镜像光瞳屏蔽件的一或多个光学元件。在另一说明性实施例中，一或多个光学元件进一步经配置以引导通过镜像光瞳屏蔽件所传输的照明通过物镜且到样本的表面。在另一说明性实施例中，物镜经配置以收集来自样本的表面的信号。在另一说明性实施例中，收集到的信号包含来自样本的散射信号与相位信号中的至少一者。在另一说明性实施例中，镜像光瞳屏蔽件进一步经配置以通过沿着暗场路径将具有超出所选择的NA阈值的NA的收集到的照明的一部分反射到第一传感器且沿着差分干涉对比路径将具有低于所选择的NA阈值的NA的收集到的照明的一部分传输到第二传感器，来将收集到的信号在空间上分离成暗场信号及差分干涉对比信号。

[0007] 根据本发明的额外的说明性实施例揭示一种用于同步暗场及差分干涉对比检验的设备。在一个说明性实施例中，所述设备包含一或多个照明源、经配置以固定样本的样本载物台及光学子系统。在另一说明性实施例中，所述设备包含：物镜；一或多个光学元件，其经配置以引导照明通过物镜且到样本的表面，其中物镜经配置以收集来自样本的表面的收集到的信号，其中所述收集到的信号包含来自样本的散射信号与相位信号中的至少一者；分束器，其经配置以沿着暗场路径引导收集到的照明的第一部分，其中所述分束器进一步经配置以沿着差分干涉对比路径传输收集到的照明的第二部分；光瞳块，其沿着暗场路径安置且经配置以阻挡具有低于所选择的NA阈值的NA的照明；及光瞳屏蔽件，其沿着差分对比干涉路径安置且经配置以阻挡具有超出所述所选择的NA阈值的NA的照明。在另一说明性实施例中，所述设备包含经配置以收集由暗场路径的光瞳块所传输的照明的第一传感器。在另一说明性实施例中，所述设备包含经配置以收集由差分干涉对比路径的光瞳屏蔽件所传输的照明的第二传感器。

[0008] 应理解，前述一般描述与以下详细描述都仅为示范性与解释性的，且不一定限制如主张的本发明。并入本说明书并构成本说明书的一部分的附图说明本发明的实施例并结合一般描述一起用以说明本发明的原理。

附图说明

[0009] 所属领域的技术人员通过参考附图可更好地理解本发明的众多优点，其中：

[0010] 图1A是根据本发明的实施例的用于同步暗场及差分干涉对比检验的系统的概念图。

[0011] 图1B是根据本发明的实施例的用于同步暗场及差分干涉对比检验的系统的简化示意图。

[0012] 图1C是根据本发明的一个实施例的供用于同步暗场及差分干涉对比检验的系统使用的镜光瞳屏蔽件的简化示意图。

[0013] 图1D是根据本发明的一个实施例的用于同步暗场及差分干涉对比检验的系统的简化示意图。

具体实施方式

[0014] 现在将详细参考所揭示的标的物，其在附图中进行说明。

[0015] 大体上参考图1A到1D,描述根据本发明的用于同步暗场(DF)及差分干涉对比(DIC)检验的系统及方法。1998年8月25日颁布的授予威兹·伊拉瓦尼(Vaez-Iravani)的第5,798,829号美国专利揭示使用单个激光器来对来自样本的DF及DIC信号进行分开测量,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。2008年3月18日颁布的授予赵(Zhao)的第7,345,754号美国专利揭示用于执行DF检验的明场(BF)检验系统的使用,所述美国专利以全文引用的方式并入本文中。

[0016] 对基于散射的DF信号与基于相位的DIC信号的同步分析可显著增强对给定样本的缺陷(或其它特征)的检测与分类。DF信号与DIC信号通常对不同的样本与缺陷特征敏感,从而允许信号的融合以增强对样本103(及相关联的缺陷或特征)的全面理解。

[0017] 本发明的实施例涉及检验工具中的基于散射的暗场(DF)模式及基于相位的差分干涉对比(DIC)模式的同步操作。此配置提供对来自样本的基于散射及基于相位的信息的同步获取。本发明的实施例用于组合DF模式与DIC模式的组件以检测并分类样本的缺陷(例如,点缺陷、堆叠缺陷及类似物)。本发明的一些实施例涉及包含一或多个光学组件的光学子系统,所述光学组件适于运用通过单个物镜的所选择的NA(例如,低NA通过的光瞳屏蔽件、高NA通过的光瞳屏蔽件及类似物)的照明来照亮样本。本发明的额外实施例用于运用单个物镜以收集来自样本的基于散射的DF信号及基于相位的DIC信号。在额外实施例中,光学子系统将DF信号与DIC信号分离。举例来说,所述光学子系统可经配置以便反射收集到的照明的共轭区域作为DF信号。例如,在其中低NA光(即,具有低于所选择的NA阈值的NA的光)在样本的照明期间被传递到所述样本的情况下,高NA光(即,具有超出所述所选择的NA阈值的NA的光)可沿着DF路径反射。在另一实例中,在其中高NA光在样本的照明期间被传递到所述样本的情况下,低NA光可沿着DF路径反射。此外,其余光(即,并不作为DF信号沿着DF路径反射的光)作为DIC信号沿着DIC路径传递。

[0018] 本发明的实施例可通过融合同步获取的DF数据与DIC数据执行数据融合过程来检测及/或分类缺陷。本发明的额外实施例可通过单独分析DF数据与DIC数据来执行样本特性化。

[0019] 图1A说明根据本发明的一个实施例的用于同步DF检验与DIC检验的系统100的概念图。在一个实施例中,系统100包含照明源102。照明源102可包含基于DF及/或DIC的检验的技术中已知的任何照明源。举例来说,照明源102可包含但不限于窄带照明源。例如,照明源102可包含但不限于激光器(例如,二极管激光器)。在一个实施例中,照明源102包含但不限于抖动(dithered)二极管激光器。

[0020] 在一个实施例中,系统100包含用于固定一或多个样本103(例如,一或多个半导体晶片)的样本载物台105。所述样本载物台可包含检验技术中已知的任何样本载物台。举例来说,样本载物台105可包含但不限于:旋转样本载物台、线性样本载物台或旋转样本载物台与线性样本载物台的组合。

[0021] 在一个实施例中,系统100包含光学子系统104。光学子系统104可包含为将来自照明源102的照明引导到样本103、收集来自样本103的基于散射的DF与基于相位的DIC信号、分离DF信号与DIC信号,及/或沿着DF路径111与DIC路径113分别引导DF信号与DIC信号所必需的任何数目与类型的光学组件。

[0022] 在一个实施例中,光学子系统104包含一或多个光学元件106,其用于将来自照明

源102的照明引导到样本103的表面及/或调节来自照明源102的照明。举例来说，光学子系统104的一或多个光学元件106可包含但不限于：一或多个分束器；一或多个透镜；一或多个光瞳屏蔽件；一或多个镜；一或多个滤光器或一或多个偏光器。

[0023] 在另一实施例中，光学子系统104的一或多个光学元件106经布置以将来自照明源102的照明通过物镜108引导到样本103。在另一实施例中，物镜108经布置以便收集来自样本103的DF信号与DIC信号两者。就这点而言，从样本103散射的光由物镜108收集作为DF信号，而成像光或小切变反射光由物镜108收集作为DIC信号。DIC信号包含相位信息，借此DIC信号的分量可在下游光学组件(例如，沃拉斯顿(Wollaston)棱镜-参见图1B；暗场滤光器及类似物)相互干涉且相位信息随后被提取(例如，经由2-D传感器114提取)。

[0024] 在替代实施例中，光学子系统104中的一或多个光学元件106可经布置，使得沿着物镜外部的照明路径照亮样本103。举例来说，光学子系统104可经布置以便在样本103上提供倾斜入射光。

[0025] 在另一实施例中，光学子系统104包含一或多个分离光学元件110，分离光学元件110经布置以将基于散射的DF信号与基于相位的DIC信号在空间上分离。就这点而言，一或多个分离光学元件110可沿着DF路径111将DF信号引导到第一传感器112，第一传感器112在本文中也被称为“DF传感器”。此外，一或多个分离光学元件110可沿着DIC路径113将DIC信号引导到第二传感器114，第二传感器114在本文中也被称为“DIC传感器”。

[0026] 一或多个分离光学元件110可包含任何数目与类型的光学组件，其用于沿着不同的光学路径分离DF信号与DIC信号。在一个实施例中，如在本文图1B中进一步论述，一或多个分离光学元件110可包含反射式光瞳屏蔽件或“光瞳选截镜”，其传递通过或传输(例如，沿着DIC路径113)具有低于所选择的阈值的NA的照明且反射具有超出所述所选择的阈值的NA的照明(例如，沿着DF路径)。进一步应注意，一或多个分离元件110可经配置，使得由一或多个分离元件110沿着DF路径111所反射的照明与基于NA所选择的传递通过到样本103的照明共轭。举例来说，一或多个分离元件110可传递通过或传输低NA照明到样本103，同时沿着DF路径111反射高NA照明(且接着沿着DIC路径113传递基于低NA相位的DIC信号)。通过另一实例，一或多个分离元件110可将高NA照明传输到样本103，同时沿着DF路径111反射低NA照明(且接着沿着DIC路径113传递基于高NA相位的DIC信号)。

[0027] 在另一实施例中，如在本文图1D中进一步论述，一或多个分离光学元件110可包含分束器，所述分束器经配置以沿着DF路径111引导DF信号，同时沿着DIC路径113传输DIC信号。本文进一步更详细地论述此实施例。

[0028] 应注意，第一传感器112及/或第二传感器114可包含光学检验技术中已知的任何光学传感器。举例来说，第一传感器112及/或第二传感器114可包含但不限于：一或多个CCD传感器；一或多个TDI-CCD传感器；一或多个PMT传感器；一或多个摄像机及类似物。进一步应注意，DIC传感器114可包含所属领域中已知的任何二维传感器。

[0029] 在一个实施例中，控制器116包含一或多个处理器(未展示)及非暂时性存储媒体(即，存储器媒体)。就这点而言，控制器116的存储媒体(或任何其它存储媒体)含有程序指令，所述程序指令经配置以致使控制器116中的一或多个处理器执行通过本发明所描述的各种步骤中的任何者。出于本发明的目的，术语“处理器”可经广泛定义以包含具有处理能力的任何处理器或逻辑元件，其执行来自存储器媒体的指令。就此意义而言，控制器116中

的一或多个处理器可包含经配置以执行软件算法及/或指令的任何微处理器型装置。在一个实施例中，所述一或多个处理器可包含经配置以执行程序的桌上型计算机或其它计算机系统(例如，连网计算机)，所述程序经配置以执行贯穿本发明所描述的计算/数据处理步骤。应认识到，可由单个计算机系统、多个计算机系统或多核处理器来执行贯穿本发明所描述的步骤。此外，系统100的不同的子系统(例如，显示器装置或用户接口装置(未展示))可包含适于执行上文所描述的步骤的至少一部分的处理器或逻辑元件。因此，上述描述不应被解释为对本发明的限制，而更合适地仅为说明。

[0030] 图1B说明根据本发明的一个实施例的系统100的简化示意图。图1B中所描绘的光学子系统104包含镜像光瞳屏蔽件134，其经布置以分离从样本103收集的DF信号与DIC信号。在一个实施例中，如图1C中所描绘，镜像光瞳屏蔽件134或选截(pick-off)镜包含镜像环面135及孔径137，孔径137经配置以将来自照明源102的低NA照明(即，具有低于所选择的阈值的NA的照明)传递通过到样本103，同时沿着DF路径111且朝向DF传感器112反射从样本103收集的高NA照明(即，具有超出所选择的阈值的NA的照明)。在另一实施例中，虽然未展示，但镜像光瞳屏蔽件134或选截镜用于将来自照明源102的高NA照明传递通过到样本103，同时沿着DF路径111且朝向DF传感器112反射从样本103收集的低NA照明。就这点而言，镜光瞳屏蔽件134的照明与传递通过镜光瞳屏蔽件134的孔径且到样本103的照明共轭。

[0031] 除光瞳屏蔽件134外，图1B的光学子系统104可包含任何数目与类型的光学组件，其用于引导、调节及/或选择来自照明源102的照明，及/或从样本103收集的散射或反射照明。

[0032] 所关注照明在进入物镜108并照亮样本103之前，可先由各种光学元件(例如但不限于：一或多个偏光器；一或多个波片；一或多个光束塑形组件；一或多个滤光器；一或多个折叠镜)处理。举例来说，如图1B中所展示，来自照明源102的照明可被传输通过OD 120(例如，3位)且通过偏光器122及波片124(例如，四分之一波片)。接着，分束器126可沿着照明路径引导来自照明源102的一些照明，其中所述照明的一部分传递通过镜像光瞳屏蔽件134(如上文所描述)。在所述照明的所选择的部分传递通过镜像光瞳屏蔽件134之后，无焦透镜128可传输所述所选择的照明通过滤光器130(例如，405nm滤光器)。接着，转向镜132可引导经滤光照明通过物镜108且到被安置于样本载物台105上的样本103。在一个实施例中，转向镜132包含二向色镜，其用于将收集到的信号的所选择的波长的光反射到下游组件供特性化，同时沿着额外路径(例如，到光束转储的额外路径)传输从样本收集的非期望波长或一组波长。

[0033] 在另一实施例中，物镜108收集从样本103散射的照明，以用于形成DF信号。接着，所述DF信号由镜132反射并沿着光学路径被往回引导通过滤光器130与无焦透镜128。接着，收集到的照明再次照射于镜像光瞳屏蔽件134上，所述镜像光瞳屏蔽件134用来将从样本收集到的信号分离成DF分量与DIC分量。这通过沿着DF路径111反射所选择的NA状态(例如，低NA或高NA)的照明且将剩余照明(例如，高NA或低NA)传输到DIC路径113来执行。举例来说，在其中低NA照明被传递通过到样本103的情况下，镜像相位屏蔽件134可将高NA照明反射到DF路径111(且将低NA照明传输到DIC路径113)。通过另一实例，在其中高NA照明被传递通过到样本103的情况下，镜像相位屏蔽件134可将低NA照明反射到DF路径111(且将高NA照明传输到DIC路径113)。接着，经由镜像光瞳屏蔽件134而沿着DF路径111引导的照明可经由透镜

150(例如,镜筒透镜)而被聚焦到DF传感器112(例如,适于大的微粒监测的1-D传感器)上。

[0034] 与DF信号的收集同步,含有相位信息的成像及/或小切变反射照明可由物镜108收集且被传递通过镜光瞳屏蔽件134的孔径。接着,DIC信号的分量信号在棱镜138(例如,沃拉斯顿棱镜)或滤光器处相互干涉。在一个实施例中,系统100包含一或多个透镜136,其用于聚焦DIC信号。在另一实施例中,分析器140(例如,可切换分析器)可用于抑制偏光信号中的噪声比重。在噪声的抑制之后,信号又可被聚焦到DIC传感器114(例如,2-D传感器)上,DIC传感器114适于经由透镜142(例如,镜筒透镜)而从DIC信号提取相位信息。

[0035] 在另一实施例中,控制器116可获取来自DF传感器112的所测量的DF信号及来自DIC传感器114的所测量的DIC信号。在另一实施例中,控制器116可执行数据融合过程,借此来自DF传感器112的所测量的DF信号与来自DIC传感器114的所测量的DIC信号融合或组合。就这点而言,控制器116可将DF信号中的一或多个部分与DIC信号中的一或多个部分组合及/或比较,以特性化样本103中的一或多个特征(例如,缺陷)。在另一实施例中,控制器116可经由用户接口而向用户展示与DF信号及DIC信号相关联的图像数据(未展示)。就这点而言,用户(或由控制器116执行的算法)可接着同步分析包含散射信息的DF信号及包含相位信息的DIC信号。

[0036] 再次应注意,对基于散射的DF信号及基于相位的DIC信号的同步分析可显著增强对样本103的缺陷(或其它特征)的检测与分类。DF信号与DIC信号通常对不同的样本与缺陷特征敏感,从而允许信号的融合以增强对样本103(及相关联的缺陷或特征)的全面理解。例如,在堆叠缺陷的情况下,基于DF的检验过程通常将堆叠缺陷错特性化为点缺陷或未能完全地检测缺陷。相比之下,由DIC传感器114所测量的DIC信号提供对不比所利用的照明的一些波长更长的缺陷的检测。在其中照明源102提供200到500nm范围中的照明(例如,405nm)的情况下,DIC传感器114可能对像 $0.5\mu m$ 一样短的特征敏感。就此意义而言,基于DIC的检验比拓扑研究优越且提供对样本103上的锐缘缺陷(例如在堆叠缺陷的情况下出现的缺陷)的好的识别。然而,基于DF的检验提供对点缺陷的质量检测。通过DF信号与DIC信号的组合及/或比较,控制器116可更容易且更精确地检测并特性化给定的一组缺陷。举例来说,控制器116可比较从样本103的相同区域获得的DF信号与DIC信号,以便关联基于DF的特征与基于DIC的特征,从而允许控制器116(或用户)更精确地特性化出现于给定区域中的一或多个缺陷。

[0037] 在另一实施例中,控制器116可独立地分析来自DF传感器112的DF信号及来自DIC传感器114的DIC信号。就这点而言,当系统100集成DF信号与DIC信号检测的光学架构时,控制器116采取行动以彼此独立地分析DF信号与DIC信号。

[0038] 虽然本发明的大部分内容已论述DF与DIC信号经由镜像光瞳屏蔽件134的分离,但本文中应注意,此配置并非是对本发明的限制,而仅出于说明性目的而提供。应注意,适于分离DF与DIC信号的任何光学架构可在本发明的上下文中实施。

[0039] 图1D说明根据本发明的替代实施例的系统100的简化示意图。本文中应注意,在图1A到1C的上下文中所描述的各种组件与实施例应被解释为扩充到图1D(除非另外标注)。

[0040] 图1D中所描绘的光学子系统104包含一对光瞳结构158、159,其经布置以分离从样本103收集的DF信号与DIC信号。在一个实施例中,光学子系统104包含分束器154,其经配置以沿着DF路径111反射收集到的照明的第一部分,同时沿着DIC路径113传输收集到的照明

的第二部分。应注意，此布置并非具限制性，而应仅解释为说明。例如，分束器154可经布置以沿着DIC路径113反射收集到的照明的一部分，同时沿着DF路径111传输收集到的照明的一部分。

[0041] 在一个实施例中，第一光瞳结构158包含光瞳块，其用于阻挡沿着DF路径111传播的具有低于所选择的NA阈值的NA的照明。此外，第二光瞳结构159可包含光瞳屏蔽件，其用来阻挡沿着DIC路径113传播的具有超出所述所选择的NA阈值的NA的照明。就这点而言，光瞳块158与光瞳屏蔽件159彼此共轭，借此一个结构传输由另一结构所阻挡的NA状况的光。本文中应注意，上述光瞳块158/光瞳屏蔽件布置159并非具限制性，而仅出于说明性目的而提供。举例来说，DF路径111可包含光瞳屏蔽件，DIC路径113包含光瞳块。就这点而言，DF路径111的光瞳屏蔽件用于阻挡沿着DF路径111传播的具有超出所选择的NA阈值的NA的照明，DIC路径的光瞳块阻挡沿着DIC路径113传播的具有低于所述所选择的NA阈值的NA的照明。在另一实施例中，光学子系统104可仅使用光瞳块158来执行DF信号与DIC信号的分离，而不运用DIC路径113中的对应光瞳结构来限制上部NA范围。

[0042] 除光瞳屏蔽件134外，图1D的光学子系统104可包含任何数目与类型的光学组件，其用于引导、调节及/或选择来自照明源102之照明及/或从样本103收集的散射或反射照明。

[0043] 所关注照明在进入物镜108并照亮样本103之前，可先由各种光学元件（例如但不限于：一或多个偏光器；一或多个波片；一或多个光束塑形组件；一或多个滤光器；及一或多个折叠镜）处理。举例来说，如图1D中所展示，来自照明源102的照明可经传输通过OD 120（例如，3位）并通过偏光器122及波片124（例如，四分之一波片）。接着，分束器126可沿着照明路径引导来自照明源102的一些照明且通过物镜108到样本103。

[0044] 在另一实施例中，物镜108收集从样本103散射的照明以形成DF信号。接着，DF信号由镜132反射且沿着光学路径被往回引导通过滤光器130及无焦透镜128。接着，收集到的照明再次照射在分束器154上，分束器154用于将收集到的信号分离成沿着DF路径111引导的第一部分及沿着DIC路径113引导的第二部分。如本文先前所记录，光瞳结构158、159分别用于阻挡（或传输）超出及低于所选择的NA阈值的照明。在DF路径111的情况下，在由光瞳块158阻挡低NA光之后，剩余高NA光经由透镜150（例如，镜筒透镜）而被聚焦到DF传感器112（例如，适于大的微粒监测的1-D传感器）上。在DIC路径113的情况下，在由光瞳屏蔽件159阻挡高NA光之后，剩余低NA光经由透镜142（例如，镜筒透镜）而被聚焦到DIC传感器114（例如，2-D传感器）上。

[0045] 本发明并不限于图1A到1D中所描绘的特定配置及架构，且应认识到，本文中存在DF信号可与DIC信号分离的许多方式。

[0046] 在一些实施例中，本文所描述的检验系统可经配置作为“独立工具”或并非在物理上耦合到处理工具的工具。在其它实施例中，此检验系统可由传输媒体而被耦合到处理工具（未展示），所述传输媒体可包含有线及/或无线部分。处理工具可包含所属领域中已知的任何处理工具，例如光刻工具、蚀刻工具、沉积工具、抛光工具、镀敷工具、清洁工具或离子植入工具。由本文所描述的系统执行的检验的结果可用于使用反馈控制技术、前馈控制技术及/或原位置控制技术以改变过程或处理工具的参数。可手动或自动地改变过程或处理工具的参数。

[0047] 本文所描述的标的物有时说明其它组件内含有或与其它组件连接的不同组件。应理解，所描绘的此类架构仅是示范性的，且事实上可实施实现相同功能性的许多其它架构。在概念意义上，实现相同功能性的组件的任何布置是有效“相关联的”，使得实现所期望的功能性。因此，本文中经组合以实现特定功能性的任何两个组件可被视为彼此“相关联”，使得实现所期望的功能性，不考虑架构或中间组件。同样地，如此相关联的任何两个组件也可被视为彼此“连接”或“耦合”以实现所期望的功能性，且能够如此相关联的任何两个组件也可被视为彼此“可耦合的”，以实现所期望的功能性。可耦合的特定实例包含但不限于物理上可配对及/或物理上相互作用组件及/或无线可相互作用及/或无线相互作用组件及/或逻辑上相互作用及/或逻辑上可相互作用组件。

[0048] 据信，可通过前述描述理解本发明及许多其所附优点，且应明白可在组件的形式、构造及布置中作出各种改变，而不背离所揭示的标的物或不牺牲所有其物质优点。所描述的形式仅为解释性的，且所附权利要求书的目的是包括及包含此类改变。此外，应理解本发明由所附权利要求书定义。

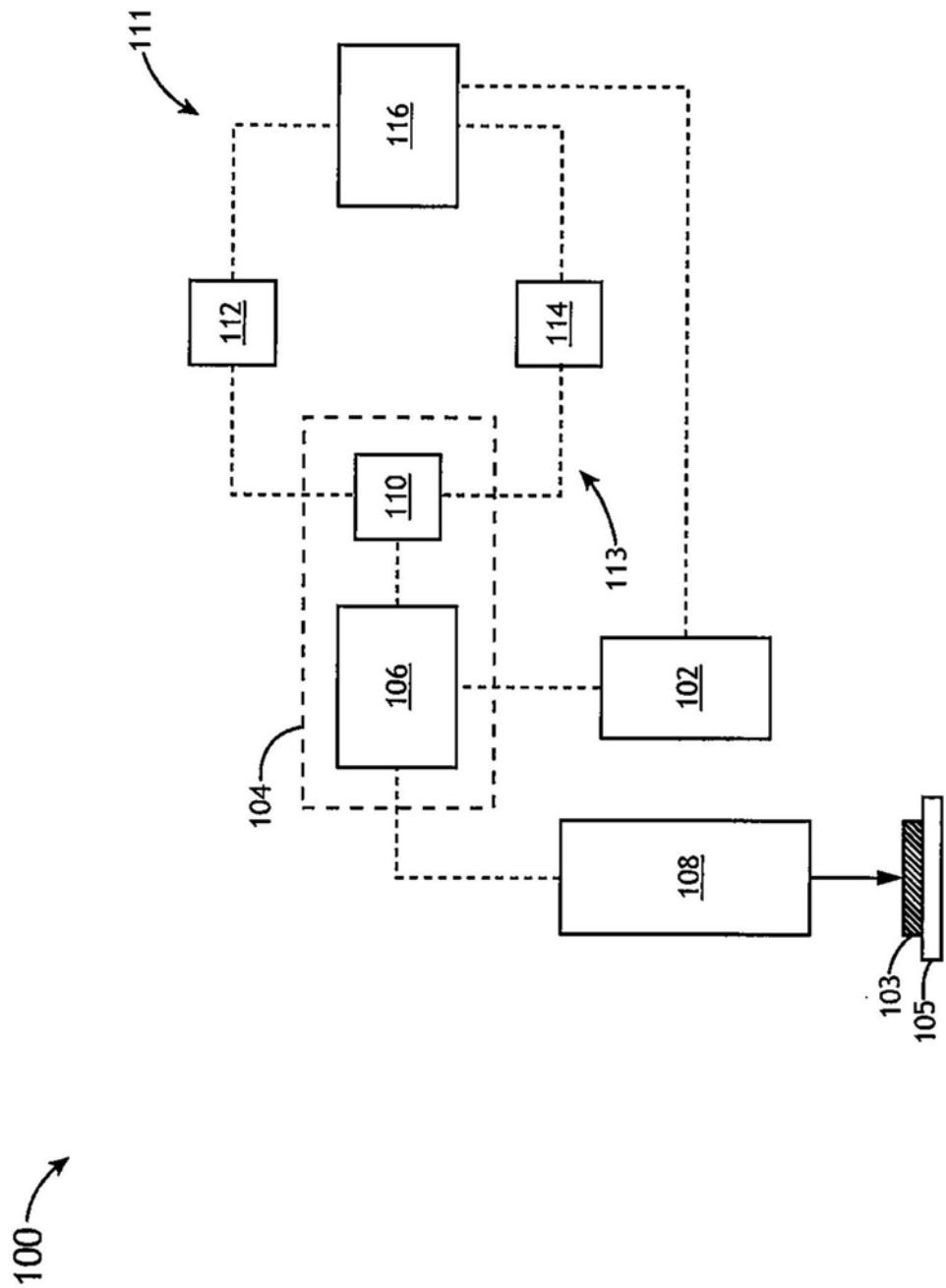


图1A

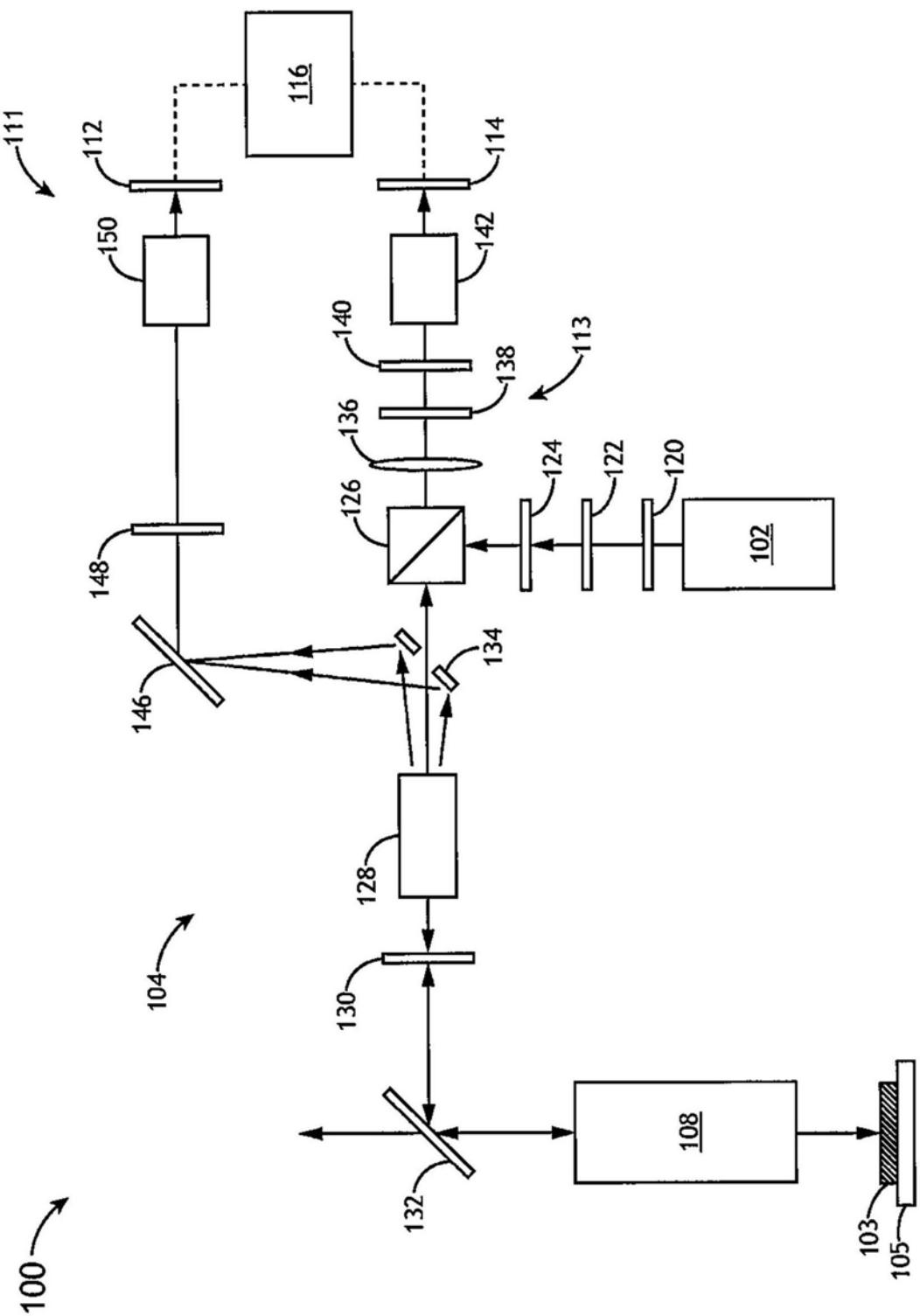


图1B

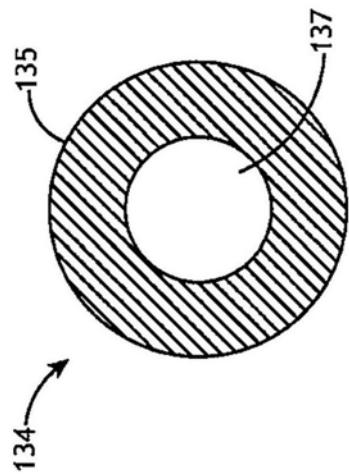


图1C

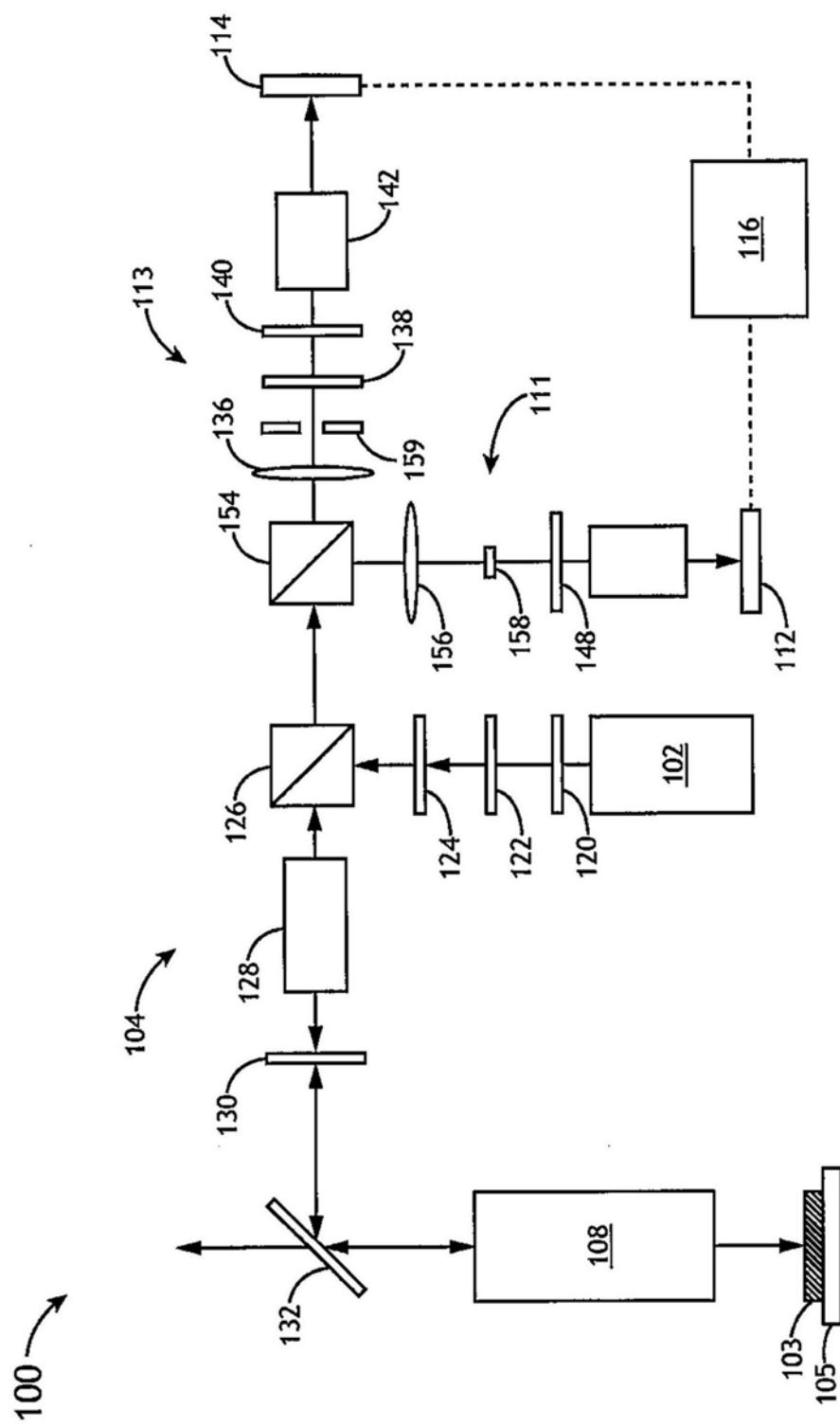


图1D