



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109690238 B

(45) 授权公告日 2020.11.06

(21) 申请号 201780055076.6

(73) 专利权人 科磊股份有限公司

(22) 申请日 2017.09.06

地址 美国加利福尼亚州

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 P·霍恩

申请公布号 CN 109690238 A

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(43) 申请公布日 2019.04.26

代理人 刘丽楠

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

62/384,324 2016.09.07 US

G01B 11/06 (2006.01)

15/690,969 2017.08.30 US

G01J 3/28 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2019.03.07

US 2014368830 A1, 2014.12.18

(86) PCT国际申请的申请数据

US 2016018213 A1, 2016.01.21

PCT/US2017/050326 2017.09.06

JP 2002296018 A, 2002.10.09

(87) PCT国际申请的公布数据

审查员 邢明浩

W02018/048938 EN 2018.03.15

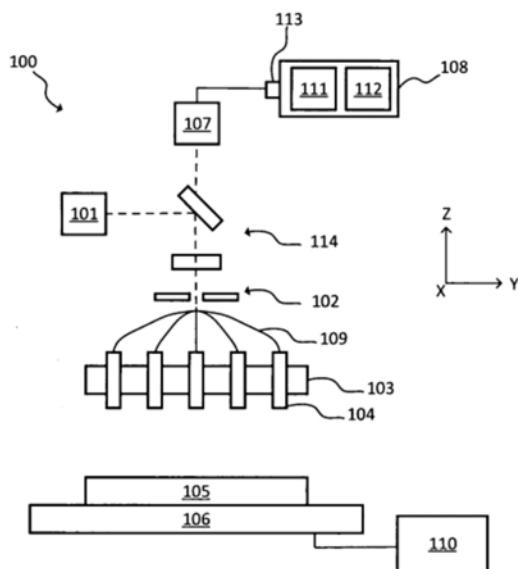
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

色度共焦计量的速度增强

(57) 摘要

用于高度测量的系统和方法，例如用于凸块、支柱或薄膜厚度的那些测量，可使用色度共焦技术。系统可包含发射白光的白光源，以及改变来自所述白光源的所述白光的每一波长的焦距的透镜。所述白光的所述波长中的每一者聚焦于距所述透镜不同的距离处。传感器主体具有多个传感器，所述多个传感器安置于所述传感器主体中成多个行和列。所述行和所述列中的每一者具有所述传感器中的至少两个。



1. 一种光学设备,其包括:

白光源,其发射白光;

多个透镜,其包括光束分光器和折射透镜,其中所述多个透镜的折射率改变来自所述白光源的所述白光的每一波长的焦距,其中所述白光的所述波长中的每一者聚焦于距所述多个透镜不同的距离处,且其中所述光束分光器经配置以将所述白光从所述白光源引导至所述折射透镜;

针孔孔口,其中所述折射透镜沿着所述光束分光器和所述针孔孔口之间的所述白光的路径被安置;

检测器,其接收来自于所述光束分光器的所述白光;

传感器主体,其包含多个传感器,其中所述传感器安置于所述传感器主体中成多个行和列,所述行和所述列中的每一者具有所述传感器中的至少两个;以及

多个光纤,其将所述白光源和所述检测器连接到所述多个传感器,其中所述光纤沿着所述白光的所述路径安置于所述传感器和所述针孔孔口之间。

2. 根据权利要求1所述的光学设备,其进一步包括与所述检测器成电子通信的控制器,其中所述控制器经配置以使用色度共焦技术提供关于晶片的高度数据。

3. 根据权利要求1所述的光学设备,其进一步包括致动器,所述致动器经配置以相对于彼此扫描所述传感器主体和反射所述白光的晶片。

4. 根据权利要求3所述的光学设备,其中行和所述列中的所述传感器布置成线,且其中所述传感器主体相对于所述晶片的所述扫描是在不平行于所述线中的任一者的方向上。

5. 根据权利要求4所述的光学设备,其中所述传感器主体相对于所述晶片的所述扫描的所述方向相对于所述线中的至少一者成45°角。

6. 根据权利要求1所述的光学设备,其进一步包括经配置以保持反射所述白光的晶片的卡盘。

7. 根据权利要求1所述的光学设备,其中所述检测器是具有光谱色散元件的CMOS图像传感器或CCD图像传感器。

8. 根据权利要求7所述的光学设备,其中所述光谱色散元件包含光栅。

9. 根据权利要求1所述的光学设备,其中所述针孔孔口是所述光纤的部分。

10. 一种光学测量方法,其包括:

通过包含光束分光器和折射透镜的多个透镜将白光引导于晶片处,其中所述多个透镜的折射率改变所述白光的每一波长的焦距,且其中所述白光的所述波长中的每一者聚焦于距所述多个透镜不同的距离处;

在传感器主体中的多个传感器处接收由所述晶片反射的所述白光的一部分,其中所述传感器安置于所述传感器主体中成多个行和列,所述行和所述列中的每一者具有所述传感器中的至少两个;

通过多个光纤发射在所述多个传感器处接受的所述白光的所述部分;

将所述白光的所述部分从所述多个光纤投射至针孔孔口;

将所述白光的所述部分从所述针孔孔口投射至所述折射透镜;

将所述白光的所述部分从所述折射透镜投射到所述光束分光器;

将白光的所述部分从所述光束分光器投射到检测器;以及

使用所述检测器和控制器且使用色度共焦技术确定关于所述晶片的高度数据。

11. 根据权利要求10所述的光学测量方法,其进一步包括相对于彼此扫描所述晶片和所述传感器主体。

12. 根据权利要求11所述的光学测量方法,其中所述行和所述列中的所述传感器成线,且其中所述传感器主体相对于所述晶片的所述扫描是在不平行于所述线中的任一者的方向上。

13. 根据权利要求12所述的光学测量方法,其中所述传感器主体相对于所述晶片的所述扫描的所述方向相对于所述线中的至少一者成45°角。

## 色度共焦计量的速度增强

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请案要求2016年9月7日提交且被指派为第62/384,324号美国申请案的临时专利申请案的优先权，所述美国申请案的公开内容特此以引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及光学传感器。

### 背景技术

[0004] 半导体制造业的发展对良率管理、特别是对计量和检查系统提出了更高的要求。临界尺寸正在缩小，而晶片大小不断增大。经济正在推动行业缩短实现高良率、高价值生产的时间。因此，最小化从检测良率问题到解决问题的总时间决定了半导体制造商的投资回报。

[0005] 例如逻辑和存储器装置等的半导体装置的制造通常包含使用大量半导体制造工艺处理半导体晶片，以形成半导体装置的各种特征和多个层级。举例来说，光刻是涉及将图案从光罩转印到布置于半导体晶片上的光致抗蚀剂的半导体制造工艺。半导体制造工艺的额外实例包含(但不限于)化学机械抛光(CMP)、蚀刻、沉积和离子植入。可在单个半导体晶片上的布置中制造多个半导体装置，并且接着分成个别半导体装置。

[0006] 在分成个别半导体装置之前，可准备半导体装置的整个晶片用于封装。封装可包含将例如衬底等芯片载体耦合到半导体装置。准备用于封装的半导体装置的晶片可包含在半导体装置的表面上形成可用以将半导体装置耦合到芯片载体的结构。举例来说，可将相对小的焊料球布置于半导体装置上的区域中。此类相对小的焊料球可通常被称为“凸块”，且其上形成此类焊料球的晶片可通常被称为“凸起晶片”。凸块可以是例如半球形或矩形的。凸块可经配置以将半导体装置物理上附接到芯片载体且做出到芯片载体的电连接。举例来说，装置可放置在衬底上，且焊料球可接触且熔融到衬底上的金属衬垫阵列上。此封装方法可通常被称为面向下接合、倒装芯片接合或受控折叠芯片连接(“C4”)。

[0007] 芯片可含有大量凸块。凸块应当为相同高度以将其同时连接到板。然而，由于在制造工艺中的差异，凸块一般在高度上不同。

[0008] 不正确地形成于晶片上的凸块，例如在高度公差之外的那些凸块，可在处理期间造成显著问题，例如在晶片的探测和装置的使用期间。举例来说，不正确地形成的凸块可损坏探针卡上的探针，从而造成测试器停工时间且带来测试器修理成本。不正确地形成的凸块还可能桥接电力和接地触点，从而导致通过探针卡的过量电流汲取。因此，通常可在探测之前检查和测量凸起晶片。另外，不正确地形成的凸块在探测期间无法检测到，且可增加封装装置的故障的可能。此外，探测可能损坏凸块，特别是在每单位面积具有相对大数目个凸块的晶片上，这可能在测试期间需要高垂直力以安置探针而得到恰当接触。以此方式，凸起晶片的检查和计量也可在探测之后执行。

[0009] 用于凸起晶片的三维检查和计量的当前可用方法大体上包含首先采集x-y平面中

的数据，并且接着采集z平面中的数据。基本上，此类系统可被描述为在数据采集中为连续的（即，二维（“2D”）数据采集随后是三维（“3D”）数据采集）。对于凸起晶片，2D缺陷可包含（例如）遗失的凸块、不恰当地定位的凸块、桥接的凸块、大直径凸块和小直径凸块。3D缺陷的实例可包含（但不限于）可能太高或太短的凸块，或者可能具有突出垂直尖峰或凹入垂直凹点的凸块。因为当前可用方法一般不能够进行同时2D和3D数据采集，所以此类方法比2D或3D数据采集显著更慢。另外，3D数据采集可比2D数据采集显著更慢，从而导致3D的取样与2D的取样相比大体上减少。如本文所使用，术语“取样”可一般指代在过程期间在单个试样上检查或测量的点或位置的数目。换句话说，如果可扫描晶片的相对大的百分比以采集x-y数据，那么可扫描晶片的仅小得多的百分比以采集额外z数据。

[0010] 当前可用的用于凸起晶片的三维检查的系统和方法存在若干缺点。举例来说，如上文所描述，此类系统可经配置以连续地扫描晶片多于一次，以采集用于检查和计量的2D和3D数据。另外，此类系统的配置可能与凸起晶片的相对大区域的快速扫描不兼容。此类缺点将大体上降低检查和计量系统的处理量。此外，此类系统由于单独的2D和3D数据采集与处理系统的使用而可为相对复杂的。此缺点将大体上增加成本且降低检查和计量系统的可靠性。

[0011] 因此，需要改进的用于高度测量的系统和技术。

## 发明内容

[0012] 在第一实施例中，提供一种设备。所述设备包含：白光源，其发射白光；多个透镜；针孔孔口；检测器，其接收所述白光；传感器主体，其包含多个传感器；以及多个光纤，其将所述白光源和检测器连接到所述多个传感器。所述透镜的折射率改变来自所述白光源的白光的每一波长的焦距。所述白光的所述波长中的每一者聚焦于距所述透镜不同的距离处。传感器安置于传感器主体中成多个行和列。所述行和所述列中的每一者具有所述传感器中的至少两个。

[0013] 控制器可与检测器成电子通信。控制器可经配置以使用色度共焦技术提供关于晶片的高度数据。

[0014] 致动器可经配置以相对于彼此扫描传感器主体和晶片。晶片反射白光。

[0015] 行和列中的传感器可布置成线。传感器主体相对于晶片的扫描可在不平行于所述线中的任一者的方向上。在一实例中，传感器主体相对于晶片的扫描的方向相对于所述线中的至少一者成45°角。

[0016] 卡盘可经配置以保持反射白光的晶片。

[0017] 检测器可为具有光谱色散元件的CMOS图像传感器或CCD图像传感器。所述光谱色散元件可包含光栅。

[0018] 所述针孔孔口可以是光纤的部分。

[0019] 在第二实施例中，提供一种方法。通过多个透镜将白光引导于晶片处。所述透镜的折射率改变白光的每一波长的焦距。所述白光的所述波长中的每一者聚焦于距所述透镜不同的距离处。在传感器主体中的多个传感器处接收由晶片反射的白光的一部分。传感器安置于传感器主体中成多个行和列。所述行和所述列中的每一者具有所述传感器中的至少两个。使用控制器，使用色度共焦技术确定关于晶片的高度数据。

[0020] 所述方法可进一步包含相对于彼此扫描所述晶片和传感器主体。

[0021] 行和列中的传感器可成线。传感器主体相对于晶片的扫描可在不平行于所述线中的任一者的方向上。在一实例中，传感器主体相对于晶片的扫描的方向相对于所述线中的至少一者成45°角。

## 附图说明

[0022] 为了更全面地理解本公开的本质和目的，应参考以下结合附图的详细描述，其中：

[0023] 图1是根据本发明的实施例的横截面框图；

[0024] 图2-4说明根据本发明的传感器布置的实施例；以及

[0025] 图5是根据本发明的实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0026] 尽管将根据某些实施例描述所要求保护的主题，但是其它实施例，包含并非提供本文所阐述的所有益处和特征的实施例，也在本发明的范围内。在不脱离本发明的范围的情况下，可以进行各种结构、逻辑、处理步骤和电子更改。因此，仅通过参考所附权利要求来限定本发明的范围。

[0027] 本文公开的实施例可用于高度测量，例如用于凸块、支柱或薄膜厚度的那些测量。通过关于传感器布置的实施例使用色度共焦技术增加了测量速度，其改善了处理量。

[0028] 色度共焦技术可使用通过多个透镜的白光源，例如LED。白光源可照射晶片的表面。透镜可具有高度的色像差。透镜的折射率可改变来自白光源的白光的每一波长的焦距。因此，白光的每一波长将聚焦于距透镜的不同距离处，其产生测量范围。光可经由一或多个光纤行进到光学探针的传感器，其随后扩展在离散数目的点上的焦距从而产生全光谱。

[0029] 当所关注的表面在测量范围内时，白光的单个波长将焦点对准，同时所有其它波长将离焦。白光随后经反射回通过透镜，随后通过针孔孔口，其仅允许聚焦波长通过到CCD光谱仪，所述光谱仪将指示针对单个点对应于特定距离的焦点对准的波长。

[0030] 图1是设备100的横截面框图。设备100可用于晶片105的特征或表面的色度共焦高度测量。

[0031] 设备100包含发射白光的白光源101和多个透镜114。举例来说，透镜114可包含光束分光器和其它透镜。透镜114的折射率改变来自白光源101的白光的每一波长的焦距。白光的波长中的每一者聚焦于距透镜114不同的距离。

[0032] 举例来说，白光源101可经配置以用于亮场共焦成像或暗场共焦成像。一或多个白光源101可经配置以发射相对短波长光。因此，白光源101可具有相对短聚焦深度。举例来说，共焦照明系统可经配置以用单个点或线照射晶片105。另外，共焦照明系统可经配置以大体上同时用多个点或多个线照射晶片105上的多个位置。

[0033] 白光源101可经配置以产生白光束。另外，白光源101可经配置以产生具有多于一个波长的白光束。举例来说，白光源101可包含经配置以发射多个波长的光的激光器。激光器可包含氩离子激光器，其经配置以发射具有各种波长的光，包含约455nm、约458nm、约466nm、约477nm、约488nm、约497nm、约502nm、约515nm或约529nm。氩离子激光器还可经配置以发射具有在紫外和红外范围中的波长的光。白光源101可包含其它光源，例如经配置以发

射宽带光的光源。举例来说，白光源101可经配置为可包含紫外光、可见光和/或红外光的宽带光束。合适的宽带白光源101可包含(但不限于)经配置以产生在从约450nm到约647nm的波长范围中的光的混合气体激光器。此外，所述系统可包含多个光源。举例来说，所述系统可包含两个激光器。所述两个激光器可经配置以产生具有大体上不同波长的光束。

[0034] 透镜114可包含光强度衰减器、光谱线带通滤光器、偏振光束分光器、空间滤光器、聚焦光学器件、准直器透镜、扫描透镜、场透镜、镜筒透镜、四分之一波片、亮场立方体或折叠镜。

[0035] 设备100还可包含耦合到白光源101的一或多个滤光器(未图示)。所述滤光器可经配置以透射由白光源101发射的光的若干个波长。举例来说，所述滤光器可经配置以透射光的两个或三个或更多个波长。由滤光器透射的光可被引导到晶片105的表面以使得光的多个波长可入射到晶片105上。

[0036] 白光源101可使用透镜114来平行化。

[0037] 设备100还包含针孔孔口102。

[0038] 传感器主体103包含多个传感器104。传感器104安置于传感器主体103中成多个行和列。所述行和列中的每一者具有至少两个传感器104。虽然在一图示五个传感器104，但举例来说，每传感器主体103在多个行和列中可存在数百个传感器104。

[0039] 一或多个光纤109将白光源101和检测器107连接到所述多个传感器104。通过传感器104投射到晶片105上的白光可呈狭缝或线的形式。虽然在图1中图示为与针孔孔口102分离，但光纤109可充当或可包含针孔孔口102。因此，针孔孔口102可以是光纤109的部分。举例来说，针孔孔口102可为光纤109的一或多个面。

[0040] 检测器107接收从晶片105反射的白光。检测器107可以是例如CMOS图像传感器或CCD图像传感器，其具有例如光栅等光谱色散元件。

[0041] 控制器108与检测器107成电子通信。控制器108经配置以使用色度共焦技术提供关于晶片105的高度数据。

[0042] 控制器108可包含一或多个处理器408和一或多个存储器112。每一处理器111可与存储器112中的一或多者成电子通信。在一实施例中，一或多个处理器408以通信方式耦合。在此方面，一或多个处理器408可接收与在检测器107处接收的波长有关的读数且将所述读数存储在控制器108的存储器112中。控制器108还可包含与至少一个处理器111成电子通信的通信端口113。控制器108可以是系统自身的部分或可与系统分离(例如，独立控制单元或在集中式质量控制单元中)。

[0043] 应了解，控制器108可在实践中通过硬件、软件和固件的任何组合来实施。并且，如本文所描述的其功能可由一个单元执行，或在不同组件之间划分，所述组件中的每一个又可通过硬件、软件和固件的任何组合来实施。用于控制器108实施各种方法和功能的程序代码或指令可存储于例如存储器112的控制器可读存储媒体中，所述控制器可读存储媒体在控制器108内、在控制器108外部或其组合。

[0044] 本文所描述的控制器108其它系统或其它子系统可采用各种形式，包含个人计算机系统、工作站、图像计算机、主机计算机系统、工作站、网络器具、因特网器具、并行处理器或其它装置。一般来说，术语“控制单元”可广泛地定义为涵盖具有执行来自存储媒体的指令的一或多个处理器的任何装置。子系统或系统还可包含此项技术中已知的任何合适的处

理器,例如并行处理器。另外,子系统或系统可包含具有高速处理和软件的平台,作为独立或联网工具。

[0045] 如果系统包含多于一个子系统,那么不同子系统可彼此耦合以使得图像、数据、信息、指令等可在子系统之间发送。举例来说,一个子系统可通过任何合适的传输媒体耦合到额外子系统,所述传输媒体可包含此项技术中已知的任何合适的有线和/或无线传输媒体。此类子系统中的两个或更多个也可通过共享的计算机可读存储媒体(未图示)有效地耦合。

[0046] 在另一实施例中,控制器108可以此项技术中已知的任何方式通信地耦合到系统100的各种组件或子系统中的任一者。此外,控制器108可经配置以通过可包含有线和/或无线部分的传输媒体从其它系统接收和/或采集数据或信息(例如,来自例如宽带等离子(BBP)工具、包含设计数据的远程数据库及类似物等检查系统的检查结果)。以此方式,传输媒体可充当控制器108与系统100的其它子系统或系统100外部的系统之间的数据链路。

[0047] 控制器108可以任何合适方式(例如,经由一或多个传输媒体,其可包含有线和/或无线传输媒体)耦合到系统100的组件以使得控制器108可接收由系统100产生的输出。控制器108可经配置以使用所述输出执行若干功能。在另一实例中,控制器108可经配置以将输出发送到存储器112或另一存储媒体而无需对所述输出执行缺陷检视。控制器108可如本文所描述进一步配置。

[0048] 额外实施例涉及非暂时性计算机可读媒体,其存储可在控制器上执行的程序指令,所述控制器用于执行如本文所揭示的用于确定晶片105上的特征的高度的计算机实施的方法。确切地说,如图1所示,控制器108可包含存储器112或其它电子数据存储媒体,其具有包含可在控制器108上执行的程序指令的非暂时性计算机可读媒体。所述计算机实施的方法可包含本文所描述的任何方法的任何步骤。存储器112或其它电子数据存储媒体可以是例如磁盘或光盘、磁带等存储媒体,或此项技术中已知的任何其它合适的非暂时性计算机可读媒体。

[0049] 程序指令可以各种方式中的任一种来实施,包含基于程序的技术、基于组件的技术和/或面向对象的技术等等。举例来说,程序指令按需要可使用ActiveX控件、C++对象、JavaBeans、微软基础类(MFC)、SSE(流式传输SIMD扩展)或其它技术或方法来实施。

[0050] 在一些实施例中,本文揭示的系统400和方法的各种步骤、功能和/或操作由以下各者中的一或者实行:电子电路、逻辑门、多路复用器、可编程逻辑装置、ASIC、模拟或数字控件/开关、微控制器,或计算系统。实施例如本文所描述的那些方法的方法的程序指令可经由载体媒体传输或存储于其上。载体媒体可包含存储媒体,例如只读存储器、随机存取存储器、磁盘或光盘、非易失性存储器、固态存储器、磁带及类似物。载体媒体可包含例如导线、电缆或无线传输链路等传输媒体。举例来说,贯穿本发明描述的各种步骤可由单个控制器108(或计算机系统)或者替代地由多个控制器108(或多个计算机系统)实行。此外,系统100的不同子系统可包含一或多个计算或逻辑系统。因此,以上描述不应解释为对本发明的限制,而是仅为说明。

[0051] 在系统100中,晶片105可由卡盘106保持。致动器110可经配置以相对于彼此扫描传感器主体103和晶片105。举例来说,可相对于传感器主体103在X或Y方向上扫描带有晶片105的卡盘106。虽然将致动器110图示为使卡盘106移动,但致动器110也可使传感器主体103移动。

[0052] 图2-4说明传感器布置的实施例。虽然图2-4中的每一传感器主体中图示八个传感器，但每传感器主体可存在例如数百个传感器。

[0053] 在图2中，布置200包含两个传感器主体103。这些传感器主体103布置成两行201。每一行201和列202包含至少两个传感器104。所述两个传感器主体103可至少部分地重叠。晶片(未说明)相对于传感器主体103移动，如箭头203所示。

[0054] 在图3中，布置300包含三个传感器主体103。这些传感器主体103布置成三行301。每一行301和列302包含至少两个传感器104。所述三个传感器主体103可至少部分地重叠。晶片(未说明)相对于传感器主体103移动，如箭头303所示。行301和列302中的传感器104布置成线304(以点线展示)。传感器主体103相对于晶片的扫描是在不平行于任何线304的方向上，如比较箭头303与线304所见。在一实例中，传感器主体103相对于晶片的扫描的方向是相对于线304中的至少一者成45°角。

[0055] 在图4中，布置400包含六个传感器主体103。这些传感器主体103布置成六行401。每一行401和列402包含至少两个传感器104。所述六个传感器主体103可至少部分地重叠。举例来说，所述六个传感器主体103可被布置成彼此完全重叠。晶片(未说明)相对于传感器主体103移动，如箭头403所示。

[0056] 图5是方法500的流程图。在501，将白光引导于晶片处。透镜的折射率改变白光的每一波长的焦距。白光的波长中的每一者聚焦于距透镜不同的距离处。

[0057] 在502，在传感器主体中的多个传感器处接收由晶片反射的白光的一部分。传感器安置于传感器主体中成多个行和列。所述行和列中的每一者具有所述传感器中的至少两个。

[0058] 使用控制器在503使用色度共焦技术确定关于晶片的高度数据。

[0059] 晶片和传感器主体可相对于彼此进行扫描。举例来说，可以使用拜占庭式扫描模式。在一实例中，行和列成直线，且传感器主体相对于晶片的扫描可在不平行于任何线的方向上。举例来说，传感器主体相对于晶片的扫描的方向可相对于所述线中的至少一者成45°角。

[0060] 更亮的光源也可提供色度共焦成像的增强速度。处理量可受传感器输出的限制。激光器驱动等离子源或超连续源是可提供色度共焦成像的增强速度的更亮光源的实例。

[0061] 如本文所使用，术语“晶片”通常是指由半导体或非半导体材料形成的衬底。此半导体或非半导体材料的实例包含(但不限于)单晶硅、氮化镓、砷化镓、磷化铟、蓝宝石和玻璃。此类衬底可通常发现和/或处理于半导体制造设施中。

[0062] 晶片可包含形成于衬底之上的一或多个层。举例来说，此类层可包含(但不限于)光致抗蚀剂、电介质材料、导电材料和半导电材料。许多不同类型的此类层是此项技术中已知的，且如本文所使用的术语晶片希望涵盖包含所有类型的此类层的晶片。

[0063] 形成于晶片上的一或多个层可以是图案化的或未图案化的。举例来说，晶片可包含多个裸片，其各自具有可重复的图案化特征或周期性结构。此类材料层的形成和处理可最终产生完成的装置。多种不同类型装置可形成于晶片上，且如本文中所使用的术语晶片希望涵盖其上制造所属领域中已知的任何类型的装置的晶片。

[0064] 也可使用其它类型的晶片。举例来说，晶片可用以制造LED、太阳能电池、磁性盘、平板或抛光板。也可使用本文揭示的技术和系统来分类其它对象上的缺陷。

[0065] 所述方法的步骤中的每一个可以如本文中所描述执行。方法也可包含可由本文所描述的控制器和/或计算机子系统或系统执行的任何其它步骤。所述步骤可由可根据本文所描述的任一实施例配置的一或多个计算机系统执行。另外，上文所描述的方法可以由本文所述的系统实施例中的任一者执行。

[0066] 尽管已经关于一或多个特定实施例描述了本发明，但应理解，可在不脱离本发明的范围的情况下形成本发明的其它实施例。因此，认为本发明仅由所附权利要求书及其合理解释限制。

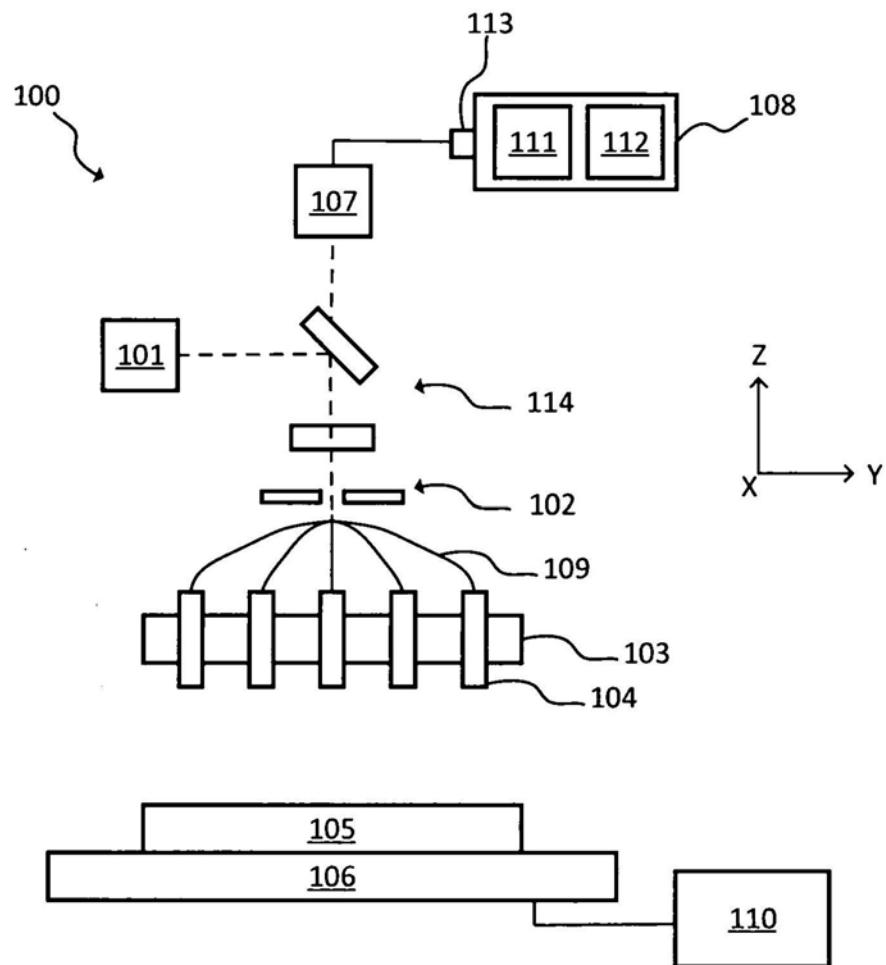


图1

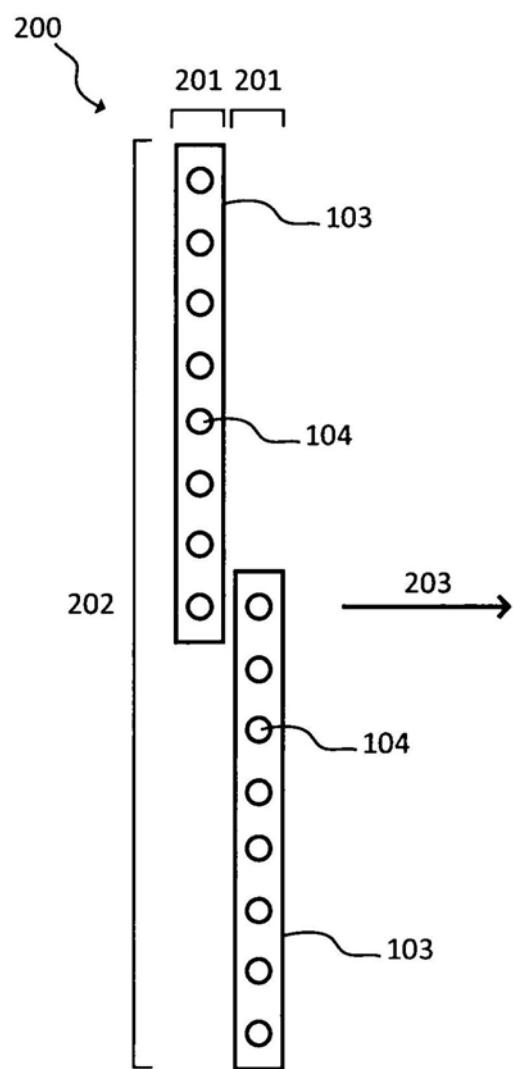


图2

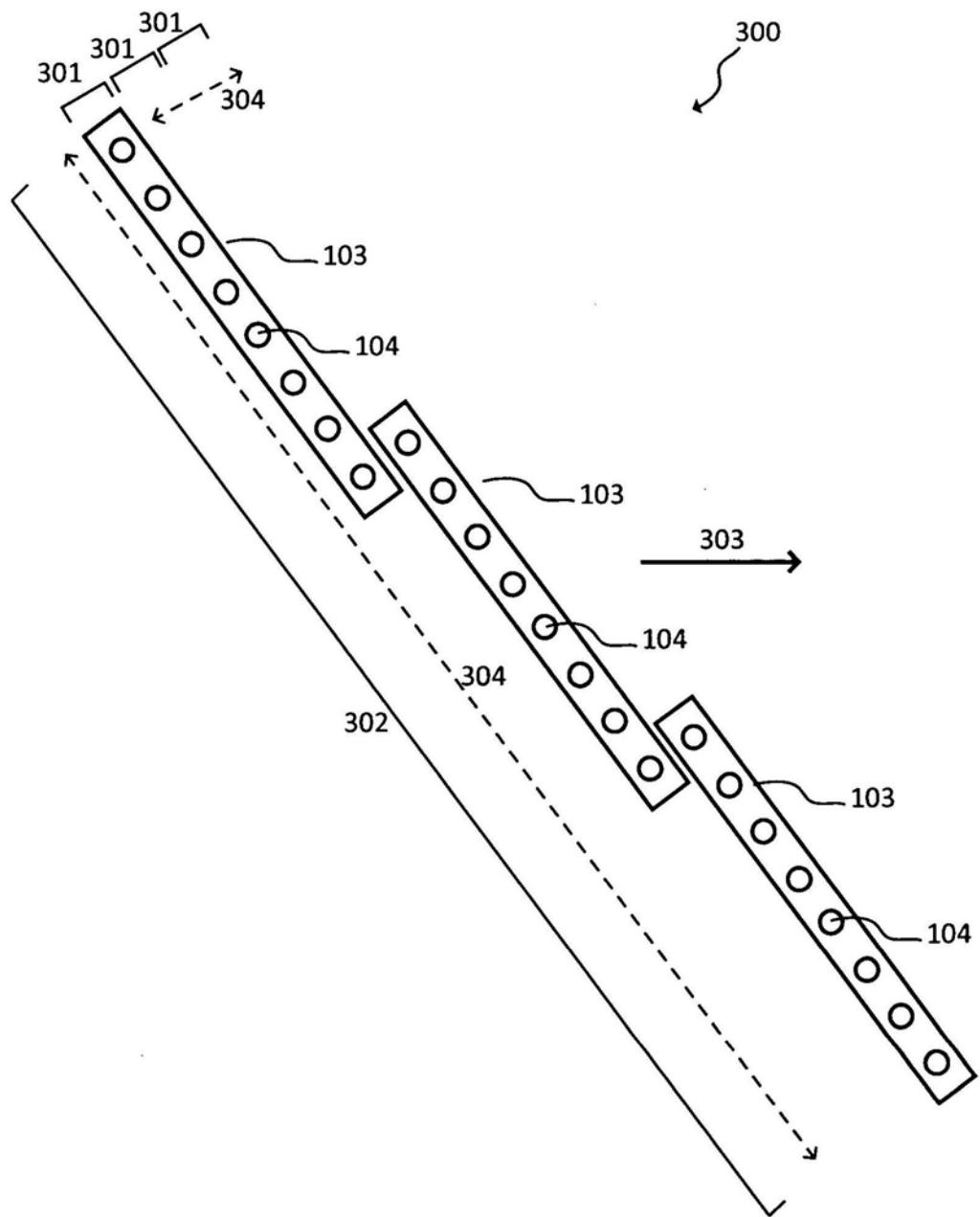


图3

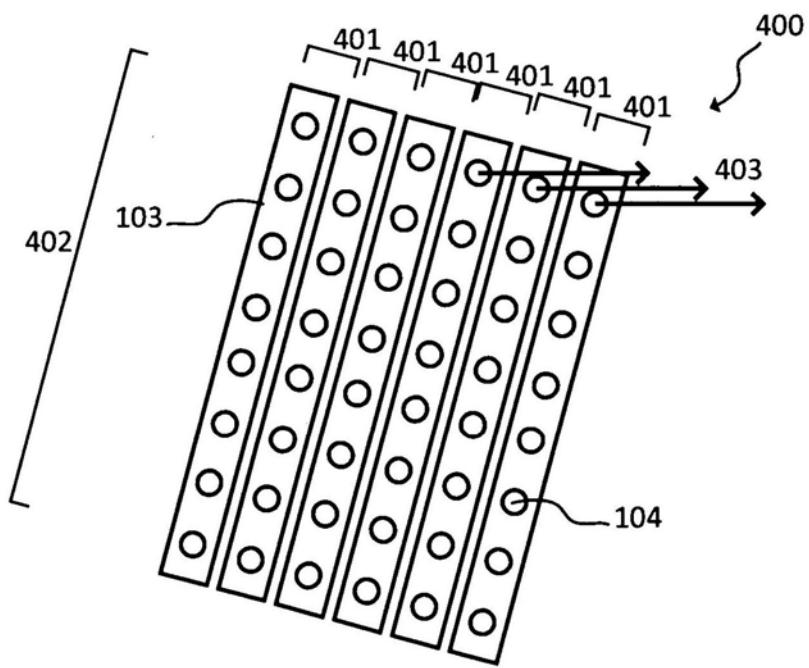


图4

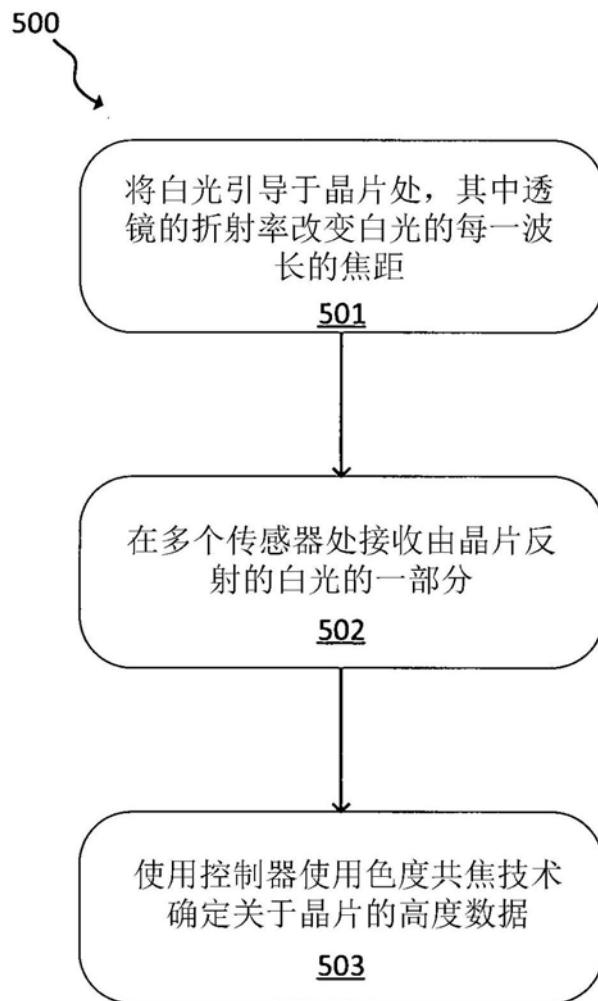


图5