



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103728314 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201310756797. 3

(22) 申请日 2013. 10. 16

(30) 优先权数据

61/714, 546 2012. 10. 16 US

14/032, 186 2013. 09. 19 US

(71) 申请人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·W·艾和 D·M·唐 S·K·H·王

H·L·洛特 S·K·麦克劳林

M·纳西柔 F·扎瓦利彻

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 何焜

(51) Int. Cl.

G01N 21/88 (2006. 01)

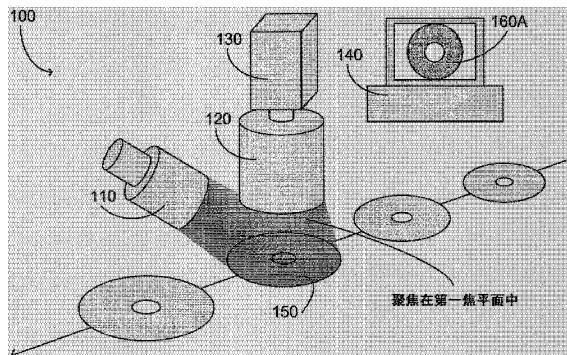
权利要求书2页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

区分原生表面特征与外来表面特征的方法

(57) 摘要

本申请公开了区分原生表面特征与外来表面特征的方法。本文提供了一种装置，包括：光子探测器阵列；以及处理设备，配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，其中所述处理设备进一步包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。



1. 一种装置，包括：

光子发射器，配置成顺序地发射第一组光子和第二组光子至物品的表面；

光子探测器阵列；以及

处理设备，配置成处理与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，

其中该处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。

2. 如权利要求 1 所述的装置，进一步包括耦合至所述光子探测器阵列的远心透镜，所述远心透镜配置成将从物品的表面特征散射的第一组光子聚焦在第一焦平面中，并且将从物品的表面特征散射的第二组光子聚焦在第二焦平面中。

3. 如权利要求 1 或者 2 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，并且其中所述第二焦平面在高于第一焦平面高度  $z$  处。

4. 如权利要求 1 或者 2 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，并且其中所述第二焦平面在高于第一焦平面的高度  $z$  处，并且其中所述高度  $z$  是所述物品的原生表面特征的间隔的函数、所述第二组光子的波长的函数、或者同时是所述物品的原生表面特征的间隔以及所述第二组光子的波长的函数。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的装置，其中与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子相对应的所述光子探测器阵列信号提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息，而与从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的所述光子探测器阵列信号提供物品的原生表面特征的位置信息。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其中区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括：对比与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子相对应的光子探测器阵列信号和与从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，来确定物品的外来表面特征的位置信息。

7. 如权利要求 1-4 中任一项所述的装置，其中处理与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子和从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号包括分别地产生第一表面特征图和第二表面特征图。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其中所述第一表面特征图提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息，所述第二表面特征图提供物品的原生表面特征的位置信息，并且区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括对比所述第一表面特征图和所述第二表面特征图，以确定物品的所述外来表面特征的位置信息。

9. 如权利要求 1-8 中任一项所述的装置，其中所述处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备，其中所述物品的外来表面特征包括污染物和 / 或缺陷，并且其中的物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

10. 一种装置，包括：

光子发射器，配置成顺序地发射第一组光子和第二组光子至物品的表面；

透镜与光子探测器阵列的组合；以及

处理设备，配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及

从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，其中所述处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。

11. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，并且其中所述第二焦平面在高于第一焦平面的高度  $z$  处。

12. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，并且其中所述第二焦平面在高于第一焦平面的高度  $z$  处，并且其中所述高度  $z$  是所述物品的原生表面特征的间隔的函数、所述第二组光子的波长的函数、或者同时是所述物品的原生表面特征的间隔以及所述第二组光子的波长的函数。

13. 如权利要求 10-12 中任一项所述的装置，其中所述处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备，其中所述物品的外来表面特征包括污染物和 / 或缺陷，并且其中物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

14. 一种装置，包括：

光子探测器阵列；以及

处理设备，配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，其中所述处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。

15. 如权利要求 14 所述的装置，进一步包括耦合至所述光子探测器阵列的远心透镜，所述远心透镜配置成将从物品的表面特征散射的第一组光子聚焦在第一焦平面中，并且将从物品的表面特征散射的第二组光子聚焦在第二焦平面中。

16. 如权利要求 14 或 15 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，所述第二焦平面在高于第一焦平面的高度  $z$  处。

17. 如权利要求 14 或 15 所述的装置，其中所述第一焦平面与物品的表面一致，并且其中所述第二焦平面在高于第一焦平面的高度  $z$  处，并且其中所述高度  $z$  是所述物品的原生表面特征的间隔的函数、所述第二组光子的波长的函数、或者同时是所述物品的原生表面特征的间隔以及所述第二组光子的波长的函数。

18. 如权利要求 14-17 中任一项所述的装置，其中处理与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面中的第一组光子和从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面中的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号包括分别地产生第一表面特征图和第二表面特征图。

19. 如权利要求 18 所述的装置，其中所述第一表面特征图提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息，所述第二表面特征图提供物品的原生表面特征的位置信息，并且其中区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括对比所述第一表面特征图和所述第二表面特征图，以确定物品的外来表面特征的位置信息。

20. 如权利要求 14-19 中任一项所述的装置，其中处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备，其中所述物品的外来表面特征包括污染物和 / 或缺陷，并且其中物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

## 区分原生表面特征与外来表面特征的方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请请求 2012 年 10 月 16 日提交的美国临时专利申请 No. 61 / 714,546 的优先权。

### 背景技术

[0003] 可检查生产线上制备的物品以检查特定的特征，特定的特征包括可能降低物品或者包括该物品的系统的性能的缺陷。例如，可在生产线上制备用于硬盘驱动器的硬盘，并且检查特定的表面特征，包括可能降低硬盘或者硬盘驱动器的性能的表面和表面下的缺陷。因此，可能使用装置和方法来检查物品的特征例如缺陷。

### 发明内容

[0004] 这里提供一种设备，包括光子探测器阵列；以及处理装置，配置成处理与从物品的表面特征上散射并聚焦在第一焦平面内的第一组光子和从物品的表面特征上散射并聚焦在第二焦平面内的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号，其中处理装置进一步配置成用于区分物品的原生表面特征与外来表面特征。

[0005] 这里呈现的概念的这些以及其它的特征和方面将结合下文的附图、说明书和权利要求书得到更好的理解。

[0006] 附图

[0007] 图 1A 提供了示出根据实施例的对物品的表面特征的检测的示意图。

[0008] 图 1B 提供了示出根据实施例的对物品的表面特征的检测的示意图。

[0009] 图 2 提供了示出根据实施例的从物品的表面特征散射的光子的示意图。

[0010] 图 3 提供了根据实施例的用于区分外来表面特征与原生表面特征的示意图。

[0011] 图 4 提供了示出根据实施例的从物品的表面特征散射穿过光学组件并且到光子探测器阵列上的光子的示意图。

[0012] 图 5 提供了根据实施例的物品的表面特征图的图像。

[0013] 图 6 提供了图 4 中的表面特征图的特写图像。

[0014] 图 7A(上)提供了来自于图 6 中的表面特征图的表面特征的特写图像，图 7A(下)提供了表面特征的光子散射强度分布。

[0015] 图 7B(上)提供了来自图 7A 的表面特征的像素插值图像，图 7B(下)提供了表面特征的像素插值光子散射强度分布。

[0016] 图 8A 提供了根据实施例的具有外来表面特征和原生表面特征的物品的表面特征图的特写图像，其中表面特征图同时显示了外来表面特征和原生表面特征。

[0017] 图 8B 提供了根据实施例的具有外来表面特征和原生表面特征的物品的表面特征图的特写图像，其中表面特征图示出了外来表面特征。

### 具体实施方式

[0018] 在仔细描述一些特定的实施例之前,本领域技术人员应当理解,这里描述和 / 或图示的特定的实施例并不限制这里讨论的概念,因为在这些特定的实施例中的元素可不同。同样应当理解,这里描述和 / 或图示的特定的实施例具有这样的元素,其可以容易地从该特定的实施例中分离,并且随意地与多个其它实施例中的任何一个结合,或者被这里描述的多个其它实施例中的任何一个中的元素替代。

[0019] 本领域技术人员还应当理解,这里使用的术语,其目的是用于描述一些特定实施例,并且这些术语不能限定这里记载的概念。除非另外指明,序数(例如,第一、第二、第三等)用于区分或者标识一组元素或者步骤中的不同的元素或者步骤,并且不提供连续的或者数量的限制。例如,实施例的“第一”、“第二”以及“第三”元素或者步骤不是必须以这个顺序出现,并且实施例也不必限定为该三个元素或者步骤。还应当理解,除非另外说明,任何的标注,例如“左边”、“右边”、“前边”、“后边”、“顶部”、“底部”、“前部的”、“倒转的”、“顺时针方向的”、“逆时针方向的”、“上”、“下”或者其它相似的术语,例如“上部的”、“下部的”、“尾部的”、“前部的”、“垂直的”、“水平的”、“接近的”、“末梢的”以及类似术语只是为了便利,而并不意图暗示例如任何特别固定的位置、朝向或者方向。相反,这样的标注用于影响例如相对的位置、朝向或者方向。还应当理解,单数形式的“一”、“一个”或者“该”包括多个指代,除非本文清楚地另外规定。

[0020] 除非另外限定,这里使用的所有技术和科学术语具有与本领域技术人员共同理解相同的含义。

[0021] 可检查生产线上制备的物品以检查特定的特征,该特征包括有可能降低物品或者包括物品的系统的性能的缺陷。例如,用于硬盘驱动器的硬盘可在生产线上制备,并且检查其特定的表面特征,包括可能降低硬盘或者硬盘驱动器的性能的表面的和表面下的缺陷。这里提供了用于检查物品以探测和 / 或绘制诸如表面和 / 或表面下的缺陷(物品的“外来特征”)之类的特定表面缺陷的设备和方法,包括区分物品的原生表面特征(例如位规则介质[“BPM”的磁岛)与这些表面和 / 或表面下的缺陷。下面将详细描述本发明的实施例。

[0022] 至于可能通过这里的设备和方法被检查的物品,这样的物品包括在生产的任何阶段的具有一个或多个表面的任何制品或者加工件,其示例包括但不限于半导体晶片、磁记录介质(例如,用于硬盘驱动器的硬盘,如BPM),以及其在制造的任何阶段内的加工件。可检查这样的物品以检查某些表面特征,这些表面特征包括可降低物品的性能的表面和 / 或表面下的缺陷,该表面和 / 或表面下的缺陷包括粒子和污点污染,以及包括划痕和空隙的缺陷。为了表征上述特征(它是故障原因分析的重要步骤),典型地需要在不同的分析设备上的多次分析,包括光学分析和随后的使用例如一个或多个原子力显微镜[“AFM”]、扫描电子显微镜[“SEM”]/能量散射X射线[“DEX”]以及拉曼光谱的分析。在不同的分析设备上的多次分析,以及每个分析所需要的时间可能很耗时,从而限制了故障原因分析的吞吐量。这里提供的用于检查物品的缺陷和 / 或绘制表面特征的设备和方法包括区分物品的原生表面特征与外来表面特征,减少了不同的分析设备的数量以及每个分析需要的时间,从而增加故障原因分析的吞吐量。

[0023] 图1A和1B一起提供了用于探测和 / 或绘制物品的表面特征的示意图,包括区分物品的原生表面特征与外来表面特征(例如,BMP的磁岛)。如图,图1A和1B提供了设备100,其包括光子发射器110、可选的光学表征设备115、光学结构120、光子探测器阵列130

以及计算机或者等价的设备 140 以及物品 150, 以及, 例如物品 150 表面的一对差分表面特征图 160A 和 160B / 160B'。光子探测器阵列 130 可以配置成接收从物品的表面特征(例如针对表面特征图 160A) 散射的第一组光子(最初从光子发射器 110 发出), 并且相同的光子探测器阵列 130 或者不同的光子探测器阵列可被配置成随后接收从物品的表面特征散射的第二组的光子(最初从光子发射器 110 发出)(例如, 针对表面特征图 160B / 160B')。至于配置成接收从物品的表面特征散射的第一组光子的光子探测器阵列 130, 其与包括透镜(例如, 远心透镜)的光学结构 120 结合, 可被聚焦在第一焦平面, 其可提供用于物品的外来表面特征和原生表面特征二者的信息, 这些信息可用于产生同时包含物品的外来表面特征和原生表面特征的表面特征图 160A。至于配置成接收从物品的表面特征散射的第二组光子的光子探测器阵列, 该光子探测器阵列与包含透镜的光学结构 120 结合, 可被聚焦在第二焦平面, 其可提供用于物品的原生表面特征的信息, 这些特征可用于产生包括物品的原生表面特征的表面特征图 160B。可替代地, 至于配置成接收从物品的表面特征散射的第二组光子的光子探测器阵列, 该光子探测器阵列与包含滤波器(例如, 相干滤波器或者周期阵列调谐滤波器)的光学结构 120 结合, 可依然聚焦在第一焦平面, 其可提供物品的外来表面特征的信息, 这些信息可用于产生包含物品的外来表面特征的表面特征图 160B'。

[0024] 差分表面特征图 160A 和 160B / 160B', 以及任何附加的表面特征图(例如, 160C / 160C', 160D / 160D' ... 160n / 160n', 其中索引 n 表示第 n 个表面特征图), 或者足够产生这样的表面特征图的信息, 可被用于探测物品的表面特征和 / 或区分物品的原生表面特征与外来表面特征。例如, 表面特征图 160A(或者足够产生表面特征图 160A 的信息)——该表面特征图同时包括物品的外来表面特征和物品的原生表面特征——可与表面特征图 160B(或者足够产生表面特征图 160B 的信息)对比, 该表面特征图 160B 包含物品的原生表面特征, 来区分表面特征图 160A 中的物品的外来表面特征与同时呈现在表面特征图 160A 和表面特征图 160B 中的物品的原生表面特征。在另外的实施例中, 表面特征图 160A(或者足够产生表面特征图 160A 的信息)——该表面特征图 160A 同时包括物品的外来表面特征和物品的原生表面特征——可与表面特征图 160B'(或者足够产生表面特征图 160B' 的信息)对比, 该表面特征图 160B' 包含物品的外来表面特征, 来区分表面特征图 160A 中的物品的原生表面特征与同时呈现在表面特征图 160A 和表面特征图 160B' 中的物品的外来表面特征。设备和方法限于图 1A 和 1B 中的实施例, 因为通过下文中更加详细地描述的特征可实现本发明的更多的实施例。

[0025] 设备可包括一个单独的光子发射器(例如, 参考图 1A 和 1B 中的光子发射器)或者多个光子发射器。在一些实施例中, 例如, 设备可包括至少 1、2、3、4、5、6、7、8、9 或者 10 个光子发射器。在一些实施例中, 例如, 设备可包括不超过 10、9、8、7、6、5、4、3、2 或者 1 个光子发射器。上述的结合也可用于描述设备的光子发射器的数量。在一些实施例中, 例如, 设备可包括至少 2 个光子发射器, 并且不超过 10 个光子发射器(例如在 2 到 10 个之间的光子发射器), 例如至少 2 个光子发射器并且不超过 6 个光子发射器(例如在 2 到 6 个之间的光子发射器), 包括至少 2 个光子发射器并且不超过 4 个光子发射器(例如在 2 到 4 个之间的光子发射器)。可使用单个光子发射器发射光子至物品的表面, 例如物品的全部表面或者物品的表面的预定部分(例如如果需要, 为了分段检查而渐次地旋转物品); 多个光子发射器中的每一个都可用于在任何集合、在不同的时间和 / 或同时发射光子至物品的表

面,例如物品的全部表面或者物品的表面的预定部分。进一步关于多个光子发射器,多个光子发射器中的每一个可以是相同的或者不同的,或者它们的一些组合(例如至少2个相同的光子发射器,其余的光子发射器是不同的;至少4个相同的光子发射器,其余的光子发射器是不同的,等等)。在一些实施例中,例如设备可包括至少两个不同的光子发射器,其中这两个不同的光子发射器的每一个都分别配置成发射光子到物品的表面,例如物品的全部表面或者物品的表面的预定部分。

[0026] 不论设备包括一个单独的光子发射器或者多个光子发射器,每个光子发射器都可在针对一个或多个类型的特征所优选的一个距离和/或一个角度发射光子至物品的表面,这些类型的特征将在下文仔细描述。针对一个或多个类型的特征所优选的角度可以等于掠射角,其中掠射角是入射角的补角,而入射角是在射线入射的点处的包含入射到物品表面的发射光子的射线与法线(也就是,垂直于物品表面的线)之间的夹角。掠射角还可被描述成在射线入射的点处的包含入射到物品表面的发射光子的射线与表面之间的夹角。

[0027] 图2提供了多个包含入射到物品150的表面152的发射光子的射线,其与表面152形成掠射角。图2还提供了多个包含反射光子的射线,其与表面的法线之间形成反射角,该反射角等于入射角。图2还进一步提供了包含来自于从物品150的表面152上的特征154散射的光子的多个射线,该射线包括形成多个散射角的散射光子。光子发射器可在从0°至90°的掠射角范围内发射光子,其中0°的掠射角表示光子发射器从物品的一侧发射光子至物品的表面,而其中90°的掠射角表示光子发射器从物品的正上方发射光子至物品的表面。在一些实施例中,例如,光子发射器可以这样的掠射角发射光子至物品的表面,其中掠射角至少为0°、5°、10°、15°、20°、25°、30°、35°、40°、45°、50°、55°、60°、65°、7°、75°、80°、85°或者90°。在一些实施例中,例如,光子发射器可以这样的掠射角发射光子至物品的表面,其中掠射角不超过90°、85°、80°、75°、70°、65°、60°、55°、50°、45°、40°、35°、30°、25°、20°、15°、10°、5°或者0°。上述的结合也可用于描述光子发射器发射光子至物品的表面的掠射角。在一些实施例中,例如,光子发射器可以这样的掠射角发射光子至物品的表面,其中掠射角至少为0°并且不超过90°(也就是在0°和90°之间),例如至少为0°并且不超过45°(也就是在0°和45°之间),包括至少为45°并且不超过90°(也就是在45°和90°之间)。

[0028] 光子发射器可发射光子至物品的表面,例如全部的表面或者表面的一些预先确定的部分(例如如果需要,为了分段检查而渐次地旋转物品)。光子发射器还可进一步发射光子至物品的全部表面或者表面的一些预先确定的部分,这样全部的表面或者表面的预先确定的部分就一致地或者均一地被照射。物品的全部表面或者一些预先确定的部分表面的均匀照射包括但是不限于在物品的全部表面或者物品的表面的预先确定的一部分上施加单位时间内相同的或者大致相同的光子能量(例如光子功率或者光子通量)和/或单位面积上的光子功率(例如,光子通量密度)。在辐射测量的术语中,均匀地照射包括但是不限于在物品的全部表面或者物品的表面的预先确定的一部分上施加单位时间内相同的或者大致相同的辐射能量(例如,辐射功率或者辐射通量)和/或单位面积上的辐射功率(例如,辐照度或者辐射通量密度)。

[0029] 由于光子是电磁辐射或者光的基本粒子,光子发射器或者光源可提供包括相对宽的波长范围的光(例如,全光谱,宽光谱,紫外-可见光,可见光,红外光等)、相对窄范围的

波长（例如，紫外光的细分，如 UVA, UVB, UVC 等等；可见光的细分，例如红色，绿色，蓝色等等；红外光的细分，例如近红外光，中红外光等等）、或者特定的波长（例如单色光）；包括相对宽范围频率的光（例如，全光谱、宽光谱、紫外 - 可见光、可见光、红外光等）、相对窄范围的频率（例如，紫外光的细分，如 UVA, UVB, UVC 等等；可见光的细分，例如红色，绿色，蓝色等等；红外光的细分，例如近红外光，中红外光等等）、或者特定的频率（例如单色光）、偏振的（例如线偏振、圆偏振等等）光、部分偏振的光、或者非偏振的光；和 / 或从相干光（例如，激光）至非相干光的具有不同程度的时间和 / 或空间相干性的光。可使用光子发射器或者光源结合光学结构中的一个或者多个光学部件来提供具有上述任何性质的光。例如可使用滤光片与光子发射器或者光源结合来提供包括相对宽范围的波长或者频率、相对窄范围的波长或者频率、或者特定的波长或者频率的光。例如还可使用偏振滤光片与光子发射器或者光源结合来提供具有希望的偏振的光，包括偏振光、部分偏振光，或者非偏振光。

[0030] 如上所述，光子发射器或者光源可包括灯，例如闪光灯，包括高速闪光灯，其被配置成使用光子探测器阵列探测从物品的表面特征散射的光子，同时使振动最小。在一些实施例中，例如，光子发射器或者光源可包括高速 Xe 闪光灯，例如 500W 的 Xe 闪光灯，从而在使用光子探测器阵列探测从物品的表面特征散射的光子时，实现振动最小化。

[0031] 同样如上所述，光子发射器或者光源可包括准直光源，例如激光，包括激光的结合，被配置成以一个或者多个角度发射光子至物品的表面。在一些实施例中，例如激光的结合可被提供至激光束整形器，这样激光的结合在一个角度发射光子至物品的表面。在一个实施例中，例如，激光的结合可提供这样的激光束整形器，使激光的结合在多个角度发射光子至物品的表面。在一些实施例中，例如可向激光束整形器提供至少 2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26、28 或者 30 个激光器，甚至超过 30 个激光器，这样激光器的结合在一个或者多个角度发射光子至物品的表面。在一些实施例中，例如，可向激光束整形器提供不超过 30、28、26、24、22、20、18、16、14、12、10、8、6、4 或者 2 个激光器，这样激光器的结合在一个或者多个角度发射光子至物品的表面。上述的结合也可用于描述被提供至激光束整形器的激光器的结合。在一些实施例中，例如，至少 2 个激光器和不超过 30 个激光器（也就是在 2 个到 30 个激光器之间），例如至少 10 个激光器和不超过 30 个激光器（也就是在 10 个到 30 个激光器之间），包括至少 20 个激光器和不超过 30 个激光器（也就是在 20 个到 30 个激光器之间），并且进一步包括至少 24 个激光器和不超过 28 个激光器（也就是在 24 个到 28 个激光器之间）可被提供给激光束整形器，这样激光器的结合在一个或者多个角度发射光子至物品的表面。

[0032] 进一步如上所述，光子发射器或者光源可包括二维光源（例如点光源的结合），包括点光源的线性结合或者阵列、拱形的结合或者阵列等等配置成发射光子至物品的表面。在一些实施例中，例如，二维光源可包括至少 10、20、40、60、80、100、120、140、160、180 或者 200 个点光源、甚至超过 200 个点光源的结合。在一些实施例中，例如，二维光源可包括不超过 200、180、160、140、120、100、80、60、40、20 或者 10 个点光源的结合。上述的结合也可用于描述包括点光源的结合的二维光源。在一些实施例中，例如，二维光源可包括至少 10 个并且不超过 200 个（例如在 10 到 200 之间）的点光源的结合，例如至少 40 个并且不超过 160 个（例如在 40 到 160 之间）的点光源的结合，并且进一步包括至少 80 个并且不超过 120 个（例如在 80 到 120 之间）的点光源。这样的点光源可以二维阵列的行或者列结合，

包括线性结合形成二维的光源，例如条形光源。这样的点光源可拱形地结合形成二维点光源，例如环形光。在一些实施例中，例如，光子发射器或者光源可包括含有至少 60 个点光源的二维光源，例如含有至少 60 个点光源的环形光，包括含有至少 60 个发光二极管（“LED”）的环形光，并且进一步包括含有至少 100 个 LED 的环形光。包括多个 LED 的二维光源可包括白色 LED，其中每一个 LED 具有至少 10mW 的功率。基于 LED 的环形光可加强特征例如划痕（例如圆周的划痕）和 / 或在物品表面的孔隙，特别是当 LED 基的环形光配置成以较低的角度（例如掠射角等于或者小于 45°）发射光子至物品的表面时。

[0033] 设备可进一步包括光学结构（例如，参考图 1A 和 1B 中的光学结构 120），该光学结构可操作从一个或者多个光子发射器发出的光子和 / 或从物品的表面特征散射的光子。由于光子是电磁辐射或者光的基本粒子，光学结构可操作从一个或者多个光子发射器发出的光 / 从物品的表面特征散射的光。光学结构可包括多个光学部件中的任一个，这些光学部件被置于光路中物品之前，这样可使用这些光学部件在从一个或者多个光子发射器中发出的光子一致地或者均匀地照射物品的全部表面或者表面的预先确定的部分之前，操纵这些光子。可替代地或者另外地，光学结构可包括任何数量的光学部件，其布置在光路中物品的后面，这样可使用这些光学部件来操纵从物品的表面特征散射的光子。当任何数量的光学部件布置在光路中物品的后面来操纵从物品的表面特征散射的光子时，光学部件还可进一步用于区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。用于区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的光学部件在这里被进一步称为光学区分装置。上述的光学部件（包括光学区分装置）可包括但是不限于例如透镜、滤光器、光栅以及平面镜之类的光学部件。

[0034] 至于光学部件例如透镜，光学结构可包括单个透镜或者多个透镜，包括但是不限于透镜与光子探测器阵列的结合（也就是透镜 - 光子探测器阵列的结合），其被配置成收集和探测从物品的表面特征散射的光子。与光子探测器阵列耦合的透镜可具有入射光瞳和出射光瞳，并且其它的光学部件例如透镜（例如，除了与光子探测器阵列耦合的透镜之外的透镜）、滤光器、光栅以及平面镜可在与光子探测器阵列耦合的透镜的入射光瞳处或者附近、在与光子探测器阵列耦合的透镜的出射光瞳处或者附近（也就是在透镜的出射光瞳和光子探测器阵列之间）、或者它们的一些组合处被设置成与一个或者多个光学部件结合，来操纵从物品的表面特征散射的光子。与光子探测器阵列耦合的透镜可以是物镜，例如远心透镜，包括物镜 - 空间的远心透镜（也就是在无限距的入射光瞳）、图像 - 空间的远心透镜（也就是在无限距的出射光瞳）或者双远心透镜（也就是无限距的两个光瞳）。将远心透镜耦合至光子探测器阵列降低了关于物品的表面特征的位置的误差，减小了物品的表面特征的失真，能够实现从物品的表面特征散射的光子的数量分析，该数量分析包括用于物品的表面特征的大小判定的光子散射强度分布的综合。当透镜 - 光子探测器阵列的结合配置成差分地聚焦至一个或者多个焦平面时，该透镜 - 光子探测器阵列的结合就可用于区分物品的原生表面特征（例如，BMP 的磁岛）与物品的外来表面特征，如结合图 1A 和 1B 所述的那样。

[0035] 参考图 1A 和 1B，表面特征图 160A 可从发出并且随后从物品的表面特征散射的第一组非相干光子产生，该随后散射的第一组非相干光子被聚焦在第一焦平面的透镜 - 光子探测器阵列的结合收集和探测；表面特征图 160B 可从发出并且随后从物品的表面特征散射的第二组非相干光子得到，该随后散射的第二组非相干光子被聚焦在第二焦平面的透

镜 - 光子探测器阵列的结合收集和探测。这样的差分表面特征图 160A 和 160B 可被用于（例如，比较）区分物品的原生表面特征（例如，BMP 的磁岛）与物品的外来表面特征。可选择地，物品的外来表面特征的复合表面特征图可随后从差分表面特征图 160A（例如，物品的外来表面特征和物品的原生表面特征）和 160B（例如，物品的原生表面特征）或者足够产生表面特征图 160A 和 160B 的信息来产生。在实际中，任何数量的差分表面特征图（例如，160A、160B、160C... 160n，其中标记 n 表示在第 n 个焦平面的第 n 个表面特征图）或者足够产生这些表面特征图的信息可被用于达到上述目的。

[0036] 如上所述，透镜 - 光子探测器阵列的结合可被配置成差分地聚焦在一个或者多个焦平面，从而区分物品的原生表面特征（例如，BMP 的磁岛）与物品的外来表面特征。当透镜 - 光子探测器阵列的结合被聚焦到第一焦平面（如图 3 中的第一焦平面）时，该透镜 - 光子探测器阵列的结合可用于收集并且探测从外来表面特征 154A 和原生表面特征 154B 散射的光子。发射至外来表面特征 154A 和原生表面特征 154B 的光子可以是非相干的，如这里所述，并且第一焦平面与图 3 中示出的物品表面是一致的。当透镜 - 光子探测器阵列的结合聚焦在第二焦平面（如图 3 中的第二焦平面）时，该透镜 - 光子探测器阵列的结合可用于收集并且探测从原生表面特征 154B 散射的光子。发射至外来表面特征 154A 和原生表面特征 154B 的光子可以是非相干的，如这里所述，并且该第二焦平面在第一焦平面上面高度 z 处，或者在物品的表面上高度 z 处，如图 3 所示。该高度 z 是关于物品的原生表面特征的间隔的函数、发射并且随后从物品的原生表面特征弹性散射的光子的波长的函数，或者是关于物品的原生表面特征的间隔和发射并且随后从物品的原生表面特征弹性散射的光子的波长二者的函数。不受理论的限制，从原生表面特征例如 BMP 的周期性的磁岛弹性散射的光子维持入射光子（例如从一个或者多个光子探测器发出的光子）的相干性，并且在高度 z 相长地干涉，以实现在第二焦平面内有效的原生特征的探测。外来表面特征（例如外来的有机的表面特征或者外来的无机的表面特征）不能维持入射光的相干性（当这样的光子发生非弹性散射时）。

[0037] 至于光学部件例如滤光器，光学结构可包括一个滤光器或者多个滤光器，包括但是不限于，波长滤光器、带通滤光器、偏振滤光器、相干性滤光器、周期阵列调谐滤光器以及相位滤光器。当一个或者多个这样的滤光器布置在光路中物品的后面用于操纵从物品的表面特征散射的光子时，该一个或者多个滤光器可用于区分物品的原生表面特征（例如，BMP 的磁岛）与物品的外来表面特征。在一些实施例中，例如，光学区分装置（诸如光学区分滤光器）可被放置在与光子探测器阵列耦合的透镜（例如，远心透镜）的入射光瞳处或者附近。在一些实施例中，例如，光学区分装置（诸如光学区分滤光器）被放置在与光子探测器阵列耦合的透镜（例如，远心透镜）的出射光瞳处或者附近。

[0038] 参考图 1A 和 1B，表面特征图 160A 可由从物品的表面特征散射的第一组光子产生，而表面特征图 160B' 可由从物品的表面特征散射并且随后由光学区分装置 115 处理的第二组光子产生，例如随后由光学区分滤光器例如相干性滤光器或者周期性阵列 - 调谐滤光器（也就是调谐至物品的原生表面特征的周期的滤光器，例如 BMP 的磁岛的周期）过滤。这样的差分表面特征图 160A 和 160B' 或者足够产生这样的差分表面特征图 160A 和 160B' 的信息可用于（例如比较）区分物品的原生表面特征（例如，BMP 的磁岛）与物品的外来表面特征。可选择地，物品的外来表面特征的复合表面特征图可随后从差分的表面特征图

160A(例如,物品的外来表面特征和物品的原生表面特征)和160B'(例如,通过光学区分滤光器如相干性滤光器或者周期性阵列-调谐滤光器的物品的外来表面特征),或者从足够产生表面特征图160A和160B'的信息来产生,其中该复合的表面特征图没有任何与滤光相关的影响。在实际中,任何数量的差分表面特征图(例如,160A、160B、160C...160n,其中标记n表示第n个表面特征图)或者足够产生这样的表面特征图的信息都可用于实现上述目的。

[0039] 如上所述,一个或者多个相干性或者周期的阵列调谐滤光器可用于通过相干性来过滤从物品的表面特征散射的光子,从而区分相干的散射光子中可知的表面特征(例如,原生表面特征,如BMP的磁岛)与非相干散射光子中可知的表面特征(例如,外来的表面特征,如有机的表面特征)。光学结构中也可以不存在相干性滤光器或者周期的阵列调谐滤光器来用于第一过程的物品的光学分析(例如用于根据非相干的光子/光来产生图8A中的表面特征图),并且相干性滤光器或者周期的阵列-调谐滤光器可以是光学结构的一部分(例如,布置在与光学探测器阵列耦合的远心透镜的入射光瞳或者出射光瞳处或者附近),用于主动地通过相干性滤光来用于物品的第二过程的光学分析(例如,用于根据非相干的或者相干的光子/光来产生图8B中的表面特征图160B')。对于任何随后的对物品的光学分析(例如,用于产生表面特征图160C...160n,其中标记n表示第n个表面特征图)的诸个过程,来自于之前过程的相干性滤光器和周期的阵列-调谐滤光器可从光学结构中移除,并且不同的相干性滤光器或者不同的周期的阵列-调谐滤光器随后插入到光学结构中(例如,布置在与光学探测器阵列耦合的远心透镜的入射光瞳或者出射光瞳处或者附近,用于通过相干性主动地滤光)。除了通过相干性来主动地滤光从而在物品的外来表面特征和物品的原生表面特征之间进行区分,通过相干性的主动的滤光还可用于在外来表面特征之间进行区分,包括在外来的有机的表面特征和外来的无机的表面特征之间区分,因为这些有机的表面特征可表现出光子的非相干性散射,而这些无机的表面特征可表现出光子的非相干性或者相干性散射。通过相干性的主动滤光甚至还可进一步应用于在不同的外来无机的表面特征中进行区分,由于不同的外来无机表面特征可相对于相干性以不同的方式散射光子。

[0040] 为了探测从物品的表面特征散射的光子,设备还可进一步包括单独的光子探测器阵列(例如,参考图1A和1B中的光子探测器阵列130),其中包含有多个光子探测器或者多个光子探测器阵列,每一个光子探测器阵列又包括多个光子探测器。在一些实施例中,例如,多个光子探测器阵列可包括至少2、3、4、5、6、7、8、9或者10个光子探测器阵列。在一些实施例中,例如,所述多个光子探测器阵列可包括不超过10、9、8、7、6、5、4、3或者2个光子探测器阵列。上述的组合也可用于描述多个光子探测器阵列。在一些实施例中,例如,多个光子探测器阵列可包括至少2个光子探测器阵列,并且不超过10个光子探测器阵列(例如在2到10个光子探测器阵列之间),例如至少2个光子探测器阵列,并且不超过5个光子探测器阵列(例如在2到5个光子探测器阵列之间)。进一步关于多个光子探测器阵列,所述多个光子探测器阵列中的每一个光子探测器阵列可以是相同的或者不同的,或者它们的组合(例如,至少2个相同的光子探测器阵列,而其余的光子探测器阵列是不同的;至少3个相同的光子探测器阵列,而其余的光子探测器阵列是不同的;等等)。

[0041] 不论设备包括一个单独的光子探测器阵列还是多个光子探测器阵列,每个光子探

测器阵列都可定向为在一定距离和 / 或一定角度探测从物品的表面特征散射的光子,以实现从一种或者多种类型的特征散射的光子最优的接收(例如,光子最大量的接收并且最小的背景噪声),其中特征的类型将在本文更加详细地描述。同样地,透镜 - 光子探测器阵列的结合可定向为在一定距离和 / 或一定角度收集和探测从物品的表面特征散射的光子,以实现从一种或者多种类型的特征散射的光子的最优的接收。这样的角度可以是位于延伸到物品的表面的包括透镜和 / 或光子探测器阵列的中心轴的射线与位于射线延伸的点的法线(也就是垂直于物品的表面)之间的的角度。该角度,优选地与孔径结合,该孔径的大小可变化以接收更大或者更小角度的散射光子(例如,用于不同的表面特征图),或者优选地与孔径结合,该孔径可最优地改变大小以便散射光子最大量的接收,并且具有最小的背景噪声,可分别实现具有多个散射角的散射光子的接收,其中散射的光子可分别地从一种或者多种类型的特征上散射。散射角可以不同于反射角,其中反射角等于入射角,如本文所述。图 2 提供了包括从物品 150 的表面 152 上的特征 154 散射的光子的多个射线,其中射线表示不同的散射角。

[0042] 如上所述,光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合可被定向为在从 0° 到 90° 的范围内的角度,包括二者,其中 0° 的角度表示光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合在物品的一侧的定向,而其中 90° 的角度表示光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合定向在物品的正上方。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合可被定向在至少 0° 、5° 、10° 、15° 、20° 、25° 、30° 、35° 、40° 、45° 、50° 、55° 、60° 、65° 、70° 、75° 、80° 、85° 或者 90° 的角度。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合可被定向在不超过 90° 、85° 、80° 、75° 、70° 、65° 、60° 、55° 、50° 、45° 、40° 、35° 、30° 、25° 、20° 、15° 、10° 、5° 或者 0° 的角度。上述的结合也可用于描述光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合可能定向的角度。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列或者透镜 - 光子探测器阵列的组合可被定向在至少 0° 并且不超过 90° 的角度(也就是在 0° 和 90° 之间),例如至少 0° 并且不超过 45° (也就是在 0° 和 45° 之间),或者至少 45° 并且不超过 90° (也就是在 45° 和 90° 之间)。

[0043] 光子探测器阵列,优选与透镜(例如,远心透镜)结合,可探测从物品的表面特征散射的光子,例如物品的全部表面或者一些预先确定的部分表面。光子探测器阵列,优选与透镜(例如,远心透镜)结合,可探测从物品的表面特征散射的光子,例如物品的全部表面或者一些预先确定的部分表面,同时定向在一个距离和 / 或一个角度,用于实现从一种或者多种类型的特征散射的光子的最优的接收(例如,最大的光子接收并且具有最小的背景噪声)。如本文所呈现的,用于从一种或者多种类型的特征散射的光子的最优的接收的角度可允许分别具有多个散射角的散射光子的接收,该散射光子可分别从一种或者多种类型的特征散射。

[0044] 由于光子是电磁辐射或者光的基本粒子,光子探测器阵列或者光探测器阵列可探测包含相对宽的波长范围的光(例如,全光谱,宽光谱,紫外 - 可见光,可见光,红外光等),相对窄范围的波长(例如,紫外光的细分,如 UVA, UVB, UVC 等等;可见光的细分,例如红色,绿色,蓝色等等;红外光的细分,例如近红外光,中红外光等等),或者特定的波长(例如单色光);包括相对宽范围频率的光(例如,全光谱,宽光谱,紫外 - 可见光,可见光,红外光

等),相对窄范围的频率(例如,紫外光的细分,如UVA,UVB,UVC等等;可见光的细分,例如红色,绿色,蓝色等等;红外光的细分,例如近红外光,中红外光等等),或者特定的频率(例如单色光);偏振的(例如线偏振、圆偏振等等)光,部分偏振的光,或者非偏振的光;和/或从相干光(例如,激光)至非相干光的具有任何的不同程度时间和/或空间相干性范围的光。如本文所述,光子探测器阵列或者光探测器阵列可用于与光学结构的一个或者多个光学部件结合,以探测具有任何上述性质的光。

[0045] 光子探测器阵列可包括多个像素传感器,其中像素传感器中每一个又包括与电路相耦合的光子探测器(例如,光电二极管),其中电路中包括配置用于放大的三极管。包含这些像素传感器的光子探测器阵列的特征包括,但是不限于,低温操作(例如,低于-40°C),低光子噪声(例如,2-10e^-RMS;1e^-RMS;<1e^-RMS;等等),宽的动态范围(例如,30,000:1,8,500:1;3,000:1;等等)和/或降低的光子/光收集时间。光子探测器阵列可包括布置成二维阵列的行和列的很大量数的光子传感器(例如,≥1,000,000或者≥1M像素传感器),其中每个像素传感器包括一个与放大器连接的光子探测器。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列可包括至少1M、2M、3M、4M、5M、6M、7M、8M、9M、10M或者更多的布置在二维阵列的行和列中的像素传感器。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列可包括布置在二维阵列的行和列中的不超过10M、9M、8M、7M、6M、5M、4M、3M、2M或者1M的像素传感器。上述的组合也可用于描述光电探测器阵列中像素传感器的数量。在一些实施例中,例如,光子传感器阵列可包括布置在二维阵列的行和列中的至少1M并且不超过10M(例如,在1M和10M之间)的像素传感器,例如至少1M并且不超过8M(例如,在1M和8M之间)的像素传感器,包括至少1M并且不超过6M(例如,在1M和6M之间)的像素传感器,进一步包括至少2M并且不超过6M(例如,在2M和6M之间)的像素传感器,甚至进一步包括至少2M并且不超过5M(例如,在2M和5M之间)的像素传感器。

[0046] 由于物品的表面特征引起的表面反射和/或小角散射(例如,4π散射),表面特征可在尺寸上显现出放大很多,从而能够使用比表面特征大的像素传感器。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列可包括微米尺寸的(也就是,允许测量μm单元)像素传感器,其最小尺寸为至少1μm、2μm、3μm、4μm、5μm、6μm、71μm、8μm、9μm或者10μm。在一些实施例中,例如,光子探测器阵列可包括微米尺寸的像素,其最小尺寸不超过10μm、9μm、8μm、7μm、6μm、5μm、4μm、3μm、2μm或者1μm。上述的结合也可用于描述光子探测器阵列中的微米尺寸的像素传感器的尺寸。在一些实施例中,例如,光子传感器阵列可包括微米尺寸的像素传感器,其最小尺寸为至少1μm并且不超过10μm(例如在1μm到10μm之间),例如至少1μm并且不超过7μm(例如在1μm到7μm之间),包括至少4μm并且不超过10μm(例如在4μm到10μm之间),并且进一步包括至少4μm并且不超过7μm(例如在4μm到7μm之间)。这样的微米尺寸的像素传感器可用于探测和/或绘制物品的表面特征的设备中,包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征,其中所述表面特征比微米尺寸的像素传感器小超过100倍。

[0047] 如上所述,单一的光子探测器阵列或者多个光子探测器阵列中的每一个包括互补金属氧化物半导体(CMOS)或者科学互补金属氧化物半导体(sCMOS),其中的每一个可优选地分别是CMOS照相机或者sCMOS照相机的一部分。可替代地,单一的光子探测器阵列或者多个光子探测器阵列中的每一个包括电荷耦合器件(CCD),其可优选地是CCD照相机的一

部分。虽然基于 CCD 的光子探测器阵列可能具有比基于 CMOS 的或者基于 sCMOS 的光子探测器阵列慢的记录速度,但是基于 CCD 的光子探测器阵列可能是需要较小的电子和 / 或图像噪声的应用中所希望的。基于 CCD 的光子探测器阵列(包括电子倍增 CCD(EMCCD)),在具有低的光照条件的特定应用中也可能是所希望的。而且,多个光子探测器阵列不限于或者是基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列,或者基于 CCD 的光子探测器阵列的组合,而多个光子探测器阵列在应用中可包括任何数量的基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列和基于 CCD 的光子探测器阵列的组合,使用每种类型的技术是有好处的。在一些实施例中,例如,基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列可用于在具有对基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列来说足够的光的特定应用中探测从物品的表面特征散射的光子,而基于 CCD / EMCCD 基的光子探测器阵列可用于在具有对基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列来说太少的光的特定应用中探测从物品的表面特征散射的光子。

[0048] 图 4 提供了用于探测物品的表面特征的示意图,示出了包括光学结构和光子探测器阵列的设备的特写的截面图。如图所示,物品 150 包括表面 152 和至少表面特征 154。光子可由表面特征 154 散射,并且由包括与光子探测器阵列 130 耦合的光学结构 120 的组合收集和探测,其中该组合可被放置在用于最优的光子接收(例如,对光子的最大的接收,并且具有最小的背景噪声)的一个距离和 / 或一个角度,所述光子从一个或者多个类型的特征被散射。光学结构 120(其可包括远心透镜)可收集并且将从表面特征 154 散射的光子聚焦到光子探测器阵列 130 的一个或者多个像素传感器 132 上,其中一个或者多个像素传感器的每一个可包括与放大器耦合的光子探测器(例如,基于 CMOS / sCMOS 的光子探测器阵列;基于 EMCCD 的光子探测器阵列等)。该一个或者多个像素传感器 132 中的每一个对应着物品的表面的特定的固定部分和物品的表面特征图中的像素,该一个或者多个像素传感器 132 可向计算机或者等价的装置提供一个或者多个信号,用于绘制或者采用其它的方式确定如图所示的表面特征 154 的位置,例如,在图 7A 中,其是图 6 中提供的表面特征图的特写图像,而图 6 是图 5 中提供的表面特征图的特写图像。计算机或者等价的装置可随后使用像素内插来进一步绘制如图 7B 所示的表面图像 154 的图。

[0049] 基于可能包括物品的类型、表面特征的类型(例如,粒子、污点、划痕、空隙等)以及类似物的因素,有时需要增加单个的光子探测器阵列或者多个光子探测器阵列的探测时间,以探测更多的光子,用于探测和 / 或绘制物品的表面特征图,包括区分物品的原生表面特征(如 BMP 的磁岛)与物品的外来表面特征。在一些实施例中,例如,可增加单个的光子探测器阵列或者多个光子探测器阵列的探测时间,以探测更多的光子。在这样的实施例中,基于 CCD 的光子探测器阵列,包括光子倍增 EMCCD 可用于进一步探测更多的光子。可选择地,或者另外,有可能希望增加从单个的光子发射器或者多个光子发射器发出的光子的数量,以便提供用于探测和 / 或绘制物品的表面特征的散射的光子的增加,包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。光子能量的这样的增加可以是相对于单位时间的,以用于增加光子的功率或者光子的通量,或者是相对于单位面积的,以用于增加光子的通量密度。可选择增加光子能量或者探测时间中的一个,或者两个都选择,或者除了增加增加光子能量和探测时间外,有时还希望尽量减小背景噪声,包括来自一个或者多个光子发射器的杂散光、背景光和 / 或背景荧光辐射。

[0050] 设备还可进一步包括一个或者多个计算机或者等价装置(例如,包括初级和 / 或

次级存储器,以及一个或者多个可操作来实施算法和逻辑操作的处理元件的装置),包括但是不限于,服务器,工作站,台式计算机,上网机,笔记本电脑,上网本,以及移动设备例如手写板和智能手机,该计算机或者等价装置可包括专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等等。计算机或者等价装置可包括用于指令的计算机可读的存储介质,这些指令使设备可操作用于,但是不限于,传输每个物品至设备用于检查;定位每个物品用于检查,优选地包括为了分段检查而渐次地旋转物品;夹持或者用其它的方式保持每个物品的位置用于检查;向光学结构中插入光学部件,例如,使用机械的执行机构;定位光学部件用于检查;调节光学部件(例如聚焦透镜)和/或调谐光学部件(例如,基于压电的波长滤光器;基于压电的偏振滤光器,等等)用于检查;从光学结构中移除光学部件;移动每个光子发射器至用于检查的位置,其中该用于检查的位置可包括针对一种或者多种类型的特征优化的光子发射器-物品的距离和/或角度(例如,掠射角);调节每个光子发射器打开或者关闭,或者在用于发射光子和不发射光子的模式之间;移动每个光子探测器阵列至用于检查的位置,其中该用于检查的位置可包括针对一种或者多种类型的特征优化的光子发射器-物品的距离和/或角度(例如,掠射角);使每个光子探测器阵列在打开或者关闭之间切换,或者在用于探测光子和不探测光子的模式之间切换;根据光子发射-光子探测的计划使每个光子发射器与每个光子探测器同步;根据散射的光子处理光子探测器阵列的信号,可选地包括用于关于表面特征位置的更好的精确度的像素内插(例如,10倍地优于像素大小);根据光子探测器阵列的信号或者处理过的光子探测器阵列的信号(例如,光子散射强度分布)绘制或者用其它方式确定物品的表面特征的位置;定量地和/或定性地表征物品的表面特征,包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征;记录物品的表面特征;并且根据物品的表面特征确定趋势。

[0051] 设备可被配置成探测和/或绘制物品的表面特征,包括区分物品的原生表面特征(例如,BMP的磁岛)与物品的外来表面特征,其中所述表面特征是纳米量级的(也就是,测量时允许nm单位)或者其最小的尺寸(例如,长度、宽度、高度,或者深度,取决于表面特征)是很小的,该表面特征可能小于从设备的光子发射器发出的光子的波长。然而,该设备不限定于物品的纳米尺度的或者更小的表面特征,因为该设备可被配置成探测和/或绘制物品的表面特征,包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征,其中所述表面特征是微米大小的(也就是,测量时允许 $\mu\text{m}$ 单位),或者更大。在一些实施例中,例如,设备可配置成探测和/或绘制物品的表面特征,包括区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征,其中所述表面特征在其最小维度上小于500nm、250nm、200nm、150nm、125nm、110nm、100nm、90nm、80nm、70nm、60nm、50nm、40nm、30nm、20nm、10nm或者1nm(10 $\text{\AA}$ ),或者甚至更小,例如物品的表面特征在其最小维度上小于9 $\text{\AA}$ 、8 $\text{\AA}$ 、7 $\text{\AA}$ 、6 $\text{\AA}$ 、5 $\text{\AA}$ 、4 $\text{\AA}$ 、3 $\text{\AA}$ 、2 $\text{\AA}$ 或者1 $\text{\AA}$ 。如上所述,并且在一些实施例中,例如,设备可被配置成探测和/或绘制物品的表面特征,包括区分物品的原生表面特征与外来表面特征,其中表面特征在0.1nm至1000nm之间,例如,在0.1nm至500nm之间,包括在0.1nm至250nm之间,并且进一步包括在0.1nm至100nm之间,并且进一步包括0.1nm至80nm之间。

[0052] 设备可被配置成探测和/或绘制物品的外来表面特征,包括含有粒子污染的表面和/或表面下的缺陷,其中粒子在其最小的维度(例如,长度、宽度或者高度)是纳米大小的(也就是,测量时允许nm单位)或者更小。在一些实施例中,例如,可被配置成探测和/

或绘制其最小的维度小于 125nm 的表面和 / 或表面下的粒子, 例如小于 100nm, 包括小于 80nm, 并且进一步包括小于 10nm。探测和 / 或绘制表面和 / 或表面下的粒子, 直到其高度小于 10nm 的量级, 这对硬盘驱动器所用的硬盘来说是很重要的, 因为高度大于 10nm 的粒子 (例如, 从表面) 可能污染硬盘和硬盘驱动器的读写头之间的空间。在一些实施例中, 例如, 设备可被配置成探测和 / 或绘制表面的和 / 或表面下的粒子, 其高度小至 4nm 或者小于 4nm。

[0053] 设备可被配置成探测和 / 或绘制物品的外来表面特征, 包括表面的和 / 或表面下的含有划痕 (例如, 圆形划痕) 的缺陷, 其中划痕在其最小维度 (例如, 长度、宽度或者深度) 是微米大小的 (也就是, 测量时允许  $\mu\text{m}$  单位) 或者更小, 例如纳米大小的 (也就是, 测量时允许 nm 单位) 或者更小, 例如埃大小的 (也就是, 测量时允许 Å 单位) 或者更小。置于微米大小的划痕, 设备可配置成探测和 / 或绘制从例如 1  $\mu\text{m}$  至 1000 微米长度的划痕, 该长度可显著地长于从设备的光子发射器发出的光子的波长。在一些实施例中, 例如, 设备可配置成探测和 / 或绘制划痕长度小于 1000  $\mu\text{m}$  的划痕, 例如小于 500  $\mu\text{m}$ , 包括小于 250  $\mu\text{m}$ , 进一步包括小于 100  $\mu\text{m}$ , 甚至进一步包括小于 50  $\mu\text{m}$ 。置于纳米尺度的划痕, 设备可配置成探测和 / 或绘制从划痕的宽度例如 1nm 至 500nm 的划痕。在一些实施例中, 例如, 设备可配置成探测和 / 或绘制划痕的宽度小于 500nm, 例如小于 250nm, 包括小于 100nm, 进一步包括小于 50nm, 甚至进一步包括小于 15 纳米的划痕。令人惊奇的是, 由于高水平的空间相干性, 设备可配置成探测和 / 或绘制划痕深度在埃尺度的划痕。在一些实施例中, 例如, 设备可配置成探测和 / 或绘制划痕深度小于 50Å, 例如小于 25Å, 包括小于 10Å, 进一步包括小于 5Å, 甚至进一步包括小于 1Å (例如, 0.5Å) 的划痕。例如, 设备可配置成探测和 / 或绘制长度小于 500  $\mu\text{m}$ , 宽度小于 100nm, 深度小于 50Å 的划痕。

[0054] 设备可操作用于精确地和 / 或精密地绘制或用其它方式确定物品表面的特征的位置 (例如, 图 7A(上) 和 7B(下))。至于精确度, 设备可操作用于绘制或用其它方式将物品表面的特征的位置确定在微米尺度 (也就是, 测量时允许  $\mu\text{m}$  单位) 的半径内或者更高。在一些实施例中, 例如, 设备可操作用于精确地绘制或用其它方式将物品表面的特征的位置确定在 100  $\mu\text{m}$ 、90  $\mu\text{m}$ 、80  $\mu\text{m}$ 、70  $\mu\text{m}$ 、60  $\mu\text{m}$ 、50  $\mu\text{m}$ 、40  $\mu\text{m}$ 、30  $\mu\text{m}$ 、20  $\mu\text{m}$ 、10  $\mu\text{m}$ 、9  $\mu\text{m}$ 、8  $\mu\text{m}$ 、7  $\mu\text{m}$ 、6  $\mu\text{m}$ 、5  $\mu\text{m}$ 、4  $\mu\text{m}$ 、3  $\mu\text{m}$ 、2  $\mu\text{m}$  或者 1  $\mu\text{m}$  的半径内, 或者更高。上述的结合也可用于描述设备绘制或者用其它方式确定特征在物品表面上的位置的精确度。在一些实施例中, 例如, 设备可操作用于精确地绘制或者以其它方式将物品表面特征的位置确定在从 1  $\mu\text{m}$  到 100  $\mu\text{m}$  的半径范围内, 例如从 1  $\mu\text{m}$  到 50  $\mu\text{m}$ , 包括从 1  $\mu\text{m}$  到 30  $\mu\text{m}$ , 并且进一步包括从 5  $\mu\text{m}$  到 10  $\mu\text{m}$ 。

[0055] 除了精确地和 / 或精密地绘制或者以其它方式确定物品表面上的特征的位置, 设备可操作用于精确地和 / 或精密地确定物品表面上的特征的散射光子强度的分布 (例如, 图 7A(下) 和 7B(下))。这样的光子散射强度分布可用于定性地以及定量地确定物品的表面特征。

[0056] 至于物品表面特征的定量的表征, 光子散射强度分布的数学积分提供了物品表面特征的大小 (例如, 体积)。物品表面特征的定量表征可进一步包括确定物品上表面特征的位置, 如本文所述。定量的表征还可进一步包括每个物品上表面特征的总的数量, 或者每个

物品上单位面积上表面特征的数量,以及物品上每种类型的表面特征的数量。这样的特征信息可记录多个物品,用于改正生产趋势,因为这样的特征包括表面的和 / 或表面下的缺陷,可能会降低物品的性能。

[0057] 至于物品表面特征的定性表征,定性的表征可包括确定物品表面特征的种类(例如,粒子、污物、划痕、孔隙等),这样的确定可通过,但是不限于,分析光子散射强度的分布来实现。定性的表征还可进一步包括基于,例如具有不同程度的时间和 / 或空间相干性的、非相干地或者相干地散射光子来区分外来表面特征与原生表面特征。差分地聚焦在一个或多个焦平面或者使用一个或者多个光学区分设备可以提供这样的信息、部分这样的信息或者用其它的方式组合用于产生描述该信息的差分图,例如图1中的差分表面特征图160A和160B / 160B'。在一些实施例中,例如,物品的一个或者多个表面特征的定性表征可包括对比来自于第一焦平面的信息和来自第二焦平面的光子散射信息,或者对比来自于第一焦平面的光子散射信息得到的表面特征图与来自于第二焦平面的光子散射信息得到的表面特征图。在一些实施例中,例如,物品的一个或者多个表面特征的定性表征可包括对比没有光学区分设备(例如,光学区分滤光器)的光子散射信息与使用一个或者多个光学区分设备的光子散射信息,或者对比由不存在光学区分信息时产生的第一表面特征图和使用一个或者多个光学区分设备产生的第二表面特征图(或者多个表面特征图)。与定量表征信息一起,这样的定性表征信息可用于对多个物品进行分离,用于改正生产趋势,因为这样的特征包括可能会降低物品的性能的表面的和 / 或表面下的缺陷。

[0058] 这里描述的装置可被配置成以这样的速度处理或者检查物品,该速度大于物品或者其工件生产的速度,或者与其相当。在一些实施例中,例如,装置可配置成以每秒至少1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、12、14、16、18或者20个物品的速度处理或者检查物品,该速度可与物品或者其工件生产出来的速度相当。在一些实施例中,例如,装置可配置成以不超过每秒20、18、16、14、12、10、9、8、7、6、5、4、3、2或者1个物品的速度处理或者检查物品,该速度可与物品或者其工件生产出来的速度相当。上述的结合也可用于描述物品或者其工件通过该装置被处理或者检查的速度。在一些实施例中,例如,装置可配置成每秒处理或者检查至少1个并且不超过20个物品(例如,每秒1个到20个之间),例如每秒至少1个并且不超过10个物品(例如,每秒1个到10个之间),包括每秒至少1个并且不超过5个物品(例如,每秒1个到5个之间)。以大于物品或者其工件被生产出来的速度或者与其相当的速度处理或者检查物品是这里描述的装置的很多特征的函数,这些特征包括但是不限于在处理或者检查过程中不需要移动的光子发射器和 / 或物品(例如用于扫描)。例如,物品(如用于硬盘驱动器的硬盘)在处理或者检查过程中不需要旋转。同样地,装置可配置成在发射光子至物品的表面时稳定地保持物品。

[0059] 这里描述的装置可以是全自动的,在不同的模式下工作,包括但是不限于超快模式超敏感模式和超敏感加模式。至于超快模式,装置可在至少比其它的光学表面分析仪(例如, KLA-Tencor Cande1a CS10或者CS20)快200倍地操作,探测例如包括小至至少100nm的粒子的缺陷的表面特征,部分地探测表面特征,例如包括划痕(例如,纳米尺度的划痕)的缺陷,并且提供粗糙度的测量。至于超敏感模式,装置可在至少比其它的光学表面分析仪快50倍地操作,探测表面特征例如包括小至至少30nm的粒子的缺陷,并且提供粗糙度的测量。至于超敏感加模式,装置可在至少比其它的光学表面分析仪快20倍地操作,探

测表面特征例如包括小至至少 30nm 的粒子的缺陷,全部探测表面特征,例如包括划痕(纳米 - 划痕)的缺陷,并且提供粗糙度的测量。

[0060] 同样地,这里提供的装置包括:光子发射器,配置成顺序地发射第一组光子和第二组光子至物品的表面;光子探测器阵列;以及处理设备,配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列的信号,其中该处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。在一些实施例中,装置进一步包括与光子探测器阵列耦合的远心透镜,配置成将从物品的表面特征散射的第一组光子聚焦在第一焦平面中,并且将从物品的表面特征散射的第二组光子聚焦在第二焦平面中。在一些实施例中,第一焦平面与物品的表面一致,第二焦平面在高于第一焦平面的高度 z 处。在一些实施例中,高度 z 是物品的原生表面特征的间隔的函数、第二组光子的波长的函数、或者同时是物品的原生表面特征的间隔以及第二组光子的波长的函数。在一些实施例中,与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子相对应的光子探测器阵列信号提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息,与从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号提供物品的原生表面特征的位置信息。在一些实施例中,区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括对比与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子相对应的光子探测器阵列信号和与从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号,来确定物品的外来表面特征的位置信息。在一些实施例中,处理与从物品的表面特征散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子相对应的光子探测器阵列信号和与从物品的表面特征散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号,包括分别地产生第一表面特征图和第二表面特征图。在一些实施例中,第一表面特征图提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息,第二表面特征图提供物品的原生表面特征的位置信息,并且区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括对比第一表面特征图和第二表面特征图,以确定物品的外来表面特征的位置信息。在一些实施例中,处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备,其中所述物品的外来表面特征包括污染物和 / 或缺陷,并且其中的物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

[0061] 另外,本文提供的装置包括:光子发射器,配置成顺序地发射第一组光子和第二组光子至物品的表面;透镜与光子探测器阵列的组合;以及处理设备,配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号,其中所述处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。在一些实施例中,第一焦平面与物品的表面一致,第二焦平面在高于第一焦平面高度 z 处。在一些实施例中,高度 z 是物品的原生表面特征的间隔的函数、第二组光子的波长的函数或者同时是物品的原生表面特征的间隔以及第二组光子的波长的函数。在一些实施例中,处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备,其中所述物品的外来表面特征包括污染物和 / 或缺陷,并且其中的物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

[0062] 另外,本文提供的装置包括:光子探测器阵列;以及处理设备,配置成处理与从物品的表面散射并且聚焦在第一焦平面的第一组光子以及从物品的表面散射并且聚焦在第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号,其中所述处理设备进一步配置成区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征。在一些实施例中,装置进一步包括与光子探测器阵列连接的远心透镜,配置成将从物品的表面特征散射的第一组光子聚焦在第一焦平面中,并且将从物品的表面特征散射的第二组光子聚焦在第二焦平面中。在一些实施例中,第一焦平面与物品的表面一致,第二焦平面在高于第一焦平面高度z处。在一些实施例中,高度z是物品的原生表面特征的间隔的函数、第二组光子的波长的函数、或者同时是物品的原生表面特征的间隔以及第二组光子的波长的函数。在一些实施例中,处理与从物品的表面特征散射并且聚焦至第一焦平面的第一组光子和从物品的表面特征散射并且聚焦至第二焦平面的第二组光子相对应的光子探测器阵列信号包括分别地产生第一表面特征图和第二表面特征图。在一些实施例中,第一表面特征图提供物品的外来表面特征和物品的原生表面特征的位置信息,第二表面特征图提供物品的原生表面特征的位置信息,并且区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征包括对比第一表面特征图和第二表面特征图,以确定物品的外来表面特征的位置信息。在一些实施例中,处理设备包括可操作来区分物品的原生表面特征与物品的外来表面特征的一个或者多个计算机或者等价设备,其中所述物品的外来表面特征包括污染物和/或缺陷,并且其中的物品的原生表面特征包括用于位规则介质的磁岛。

[0063] 虽然本文描述和/或图示了一些特定的实施例,并且这些特定的实施例被非常仔细地表述和/或图示,申请人的意图并不是用这些特殊的实施例来限定本文呈现的概念。对本领域普通技术人员来说,额外的修改和/或修正显而易见的,并且,在更宽的方面,这些修改和/或修正同样是包括在内的。因此,可以从上述的实施例出发而并不背离本文呈现的概念的范围,在适当地解释的情况下,该范围只能通过所述权利要求书来限定。

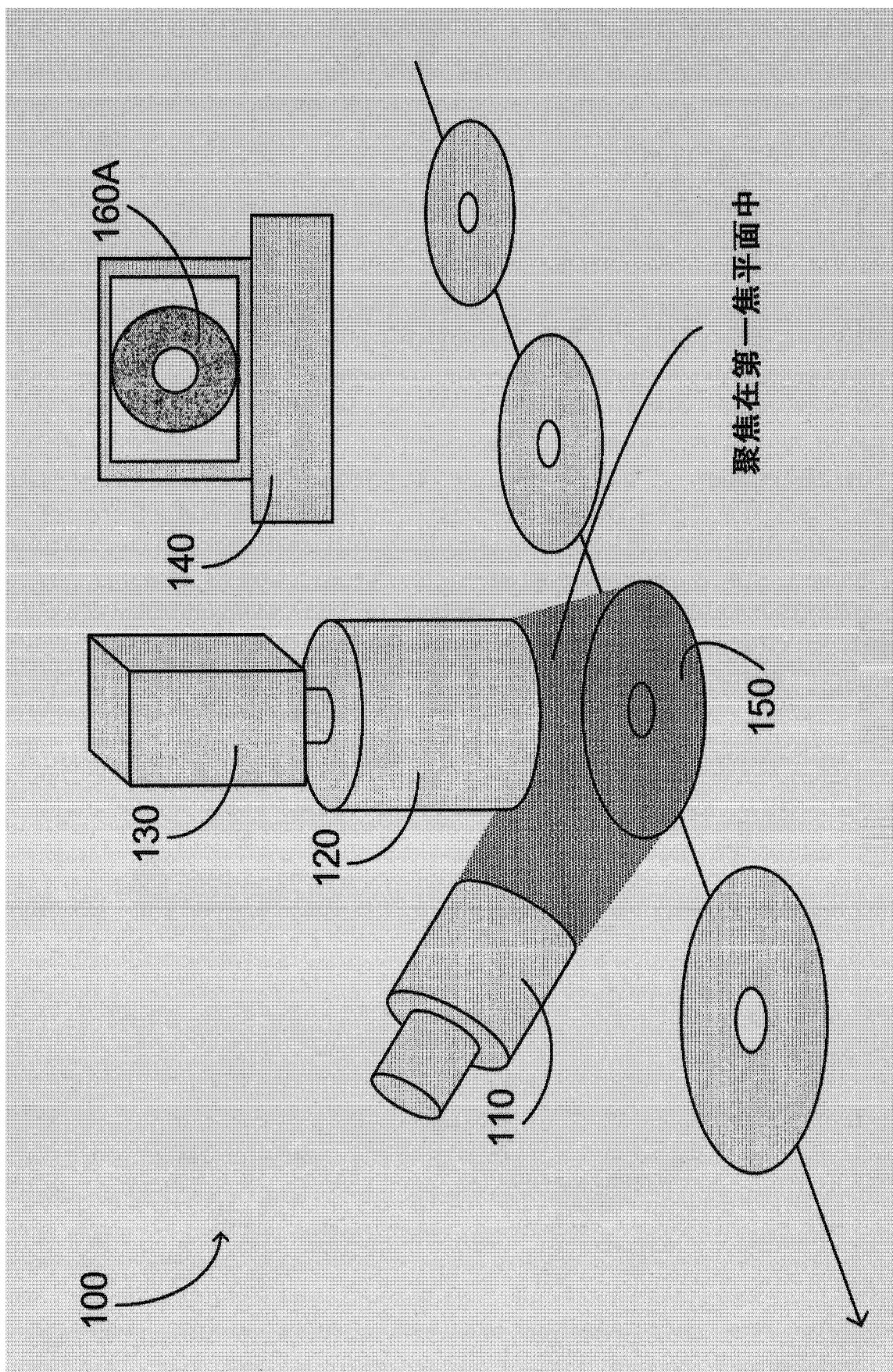


图 1A

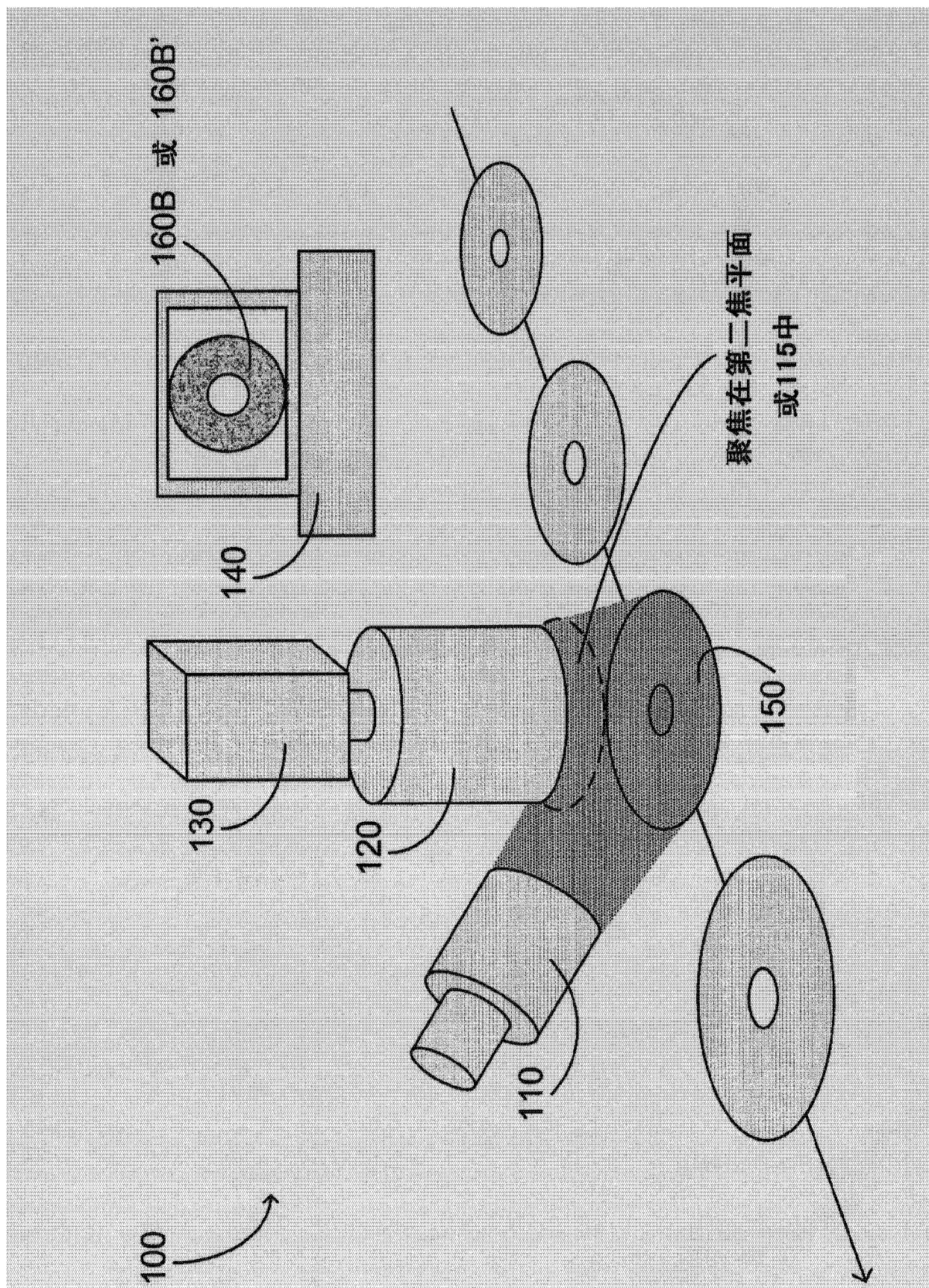


图 1B

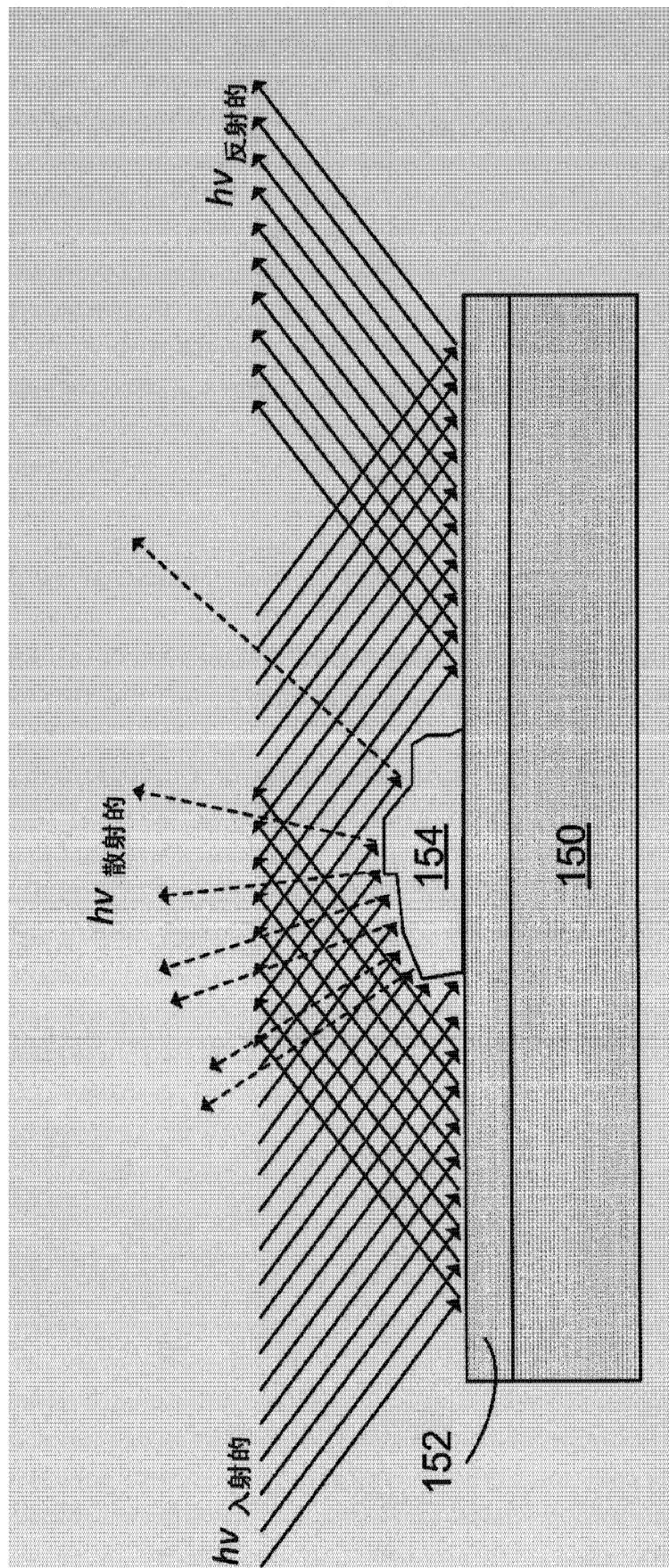


图 2

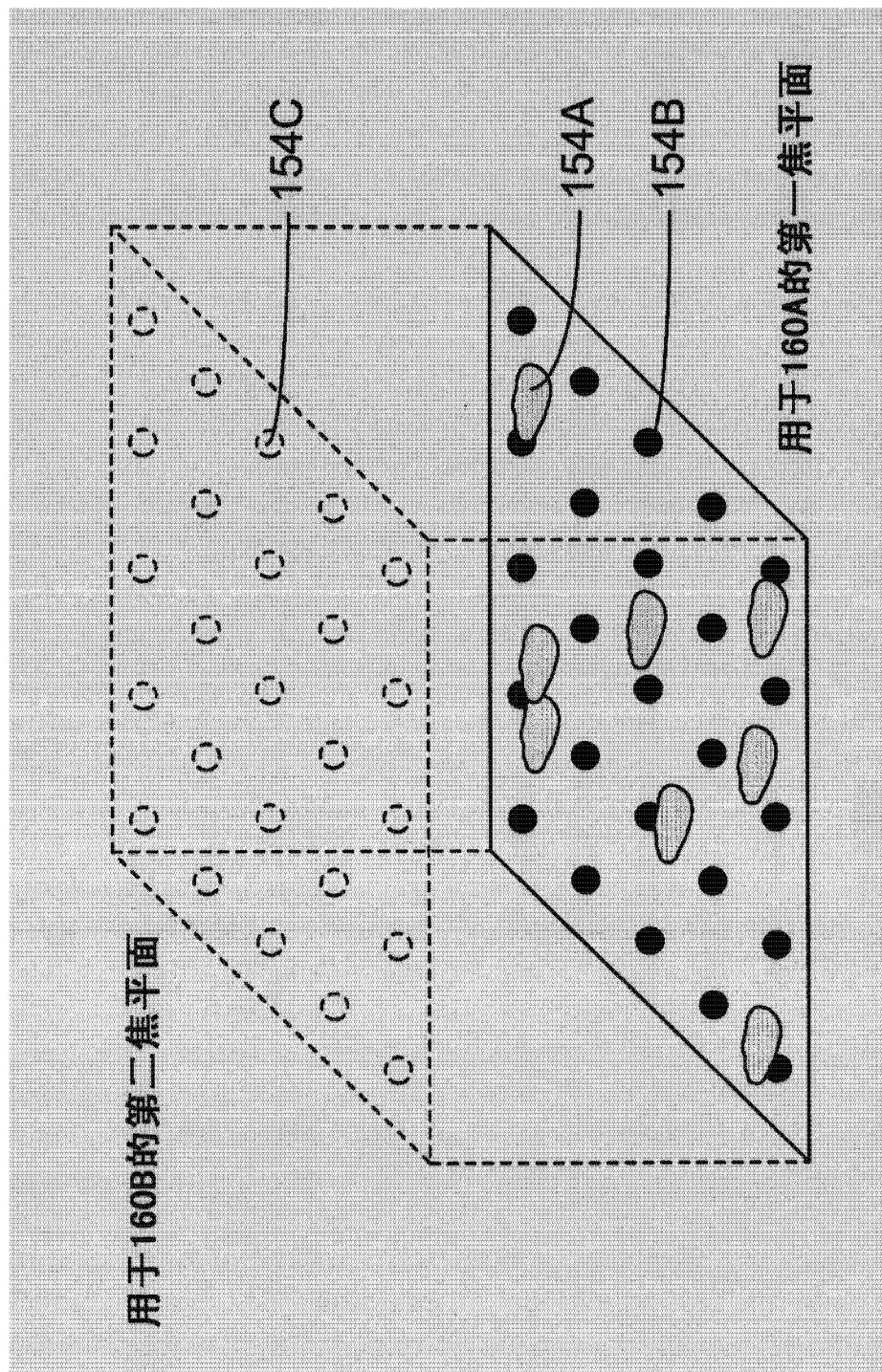


图 3

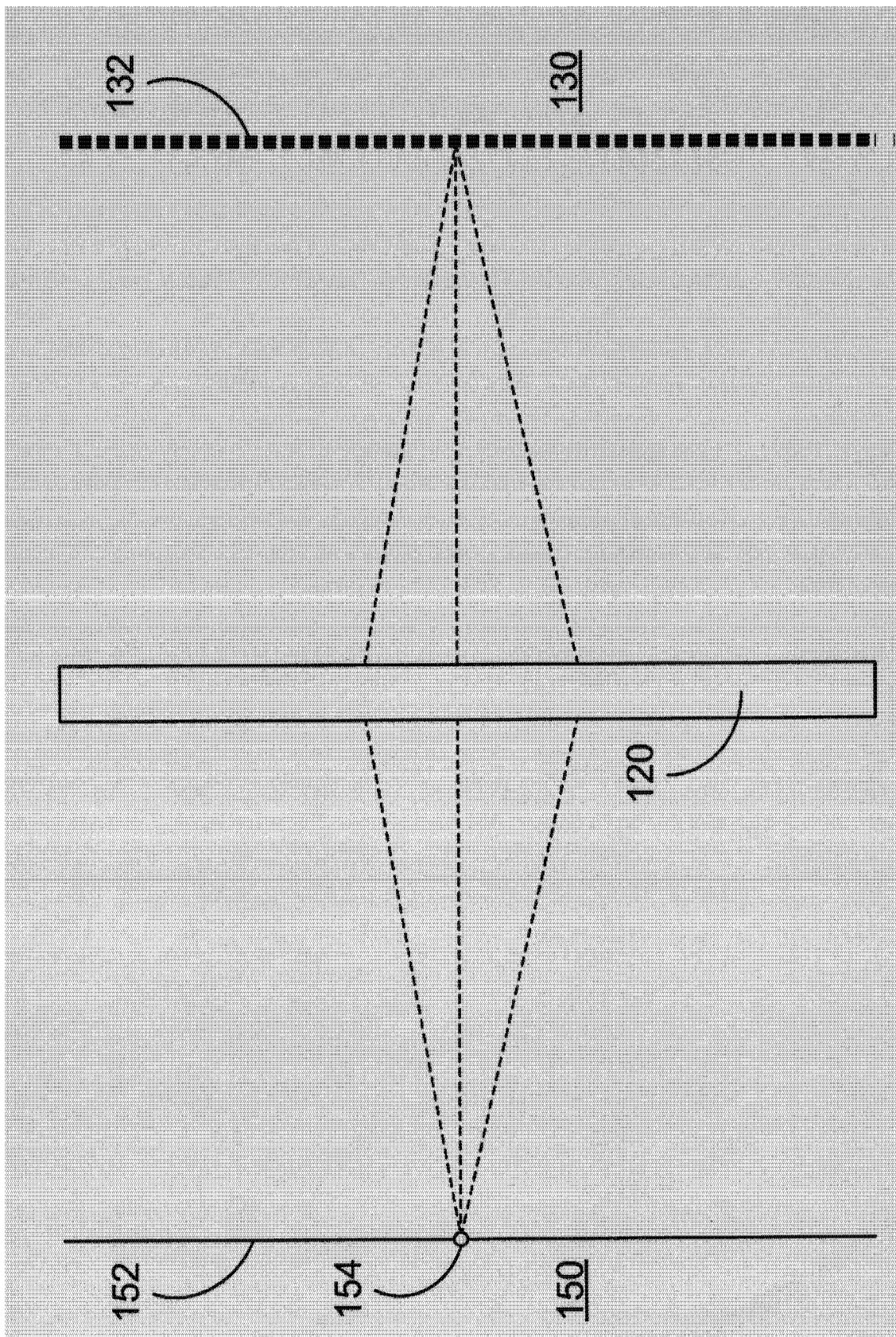


图 4

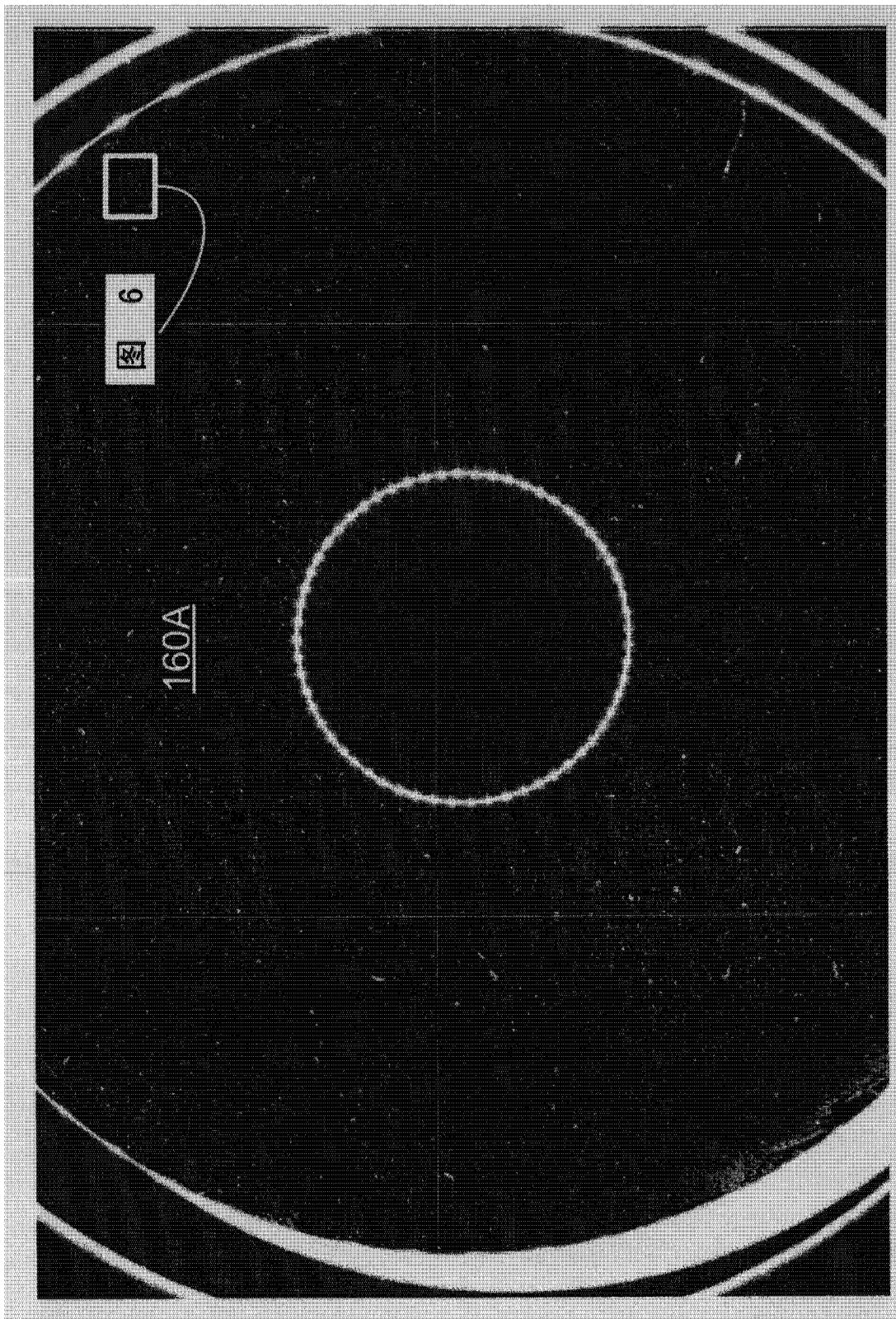


图 5

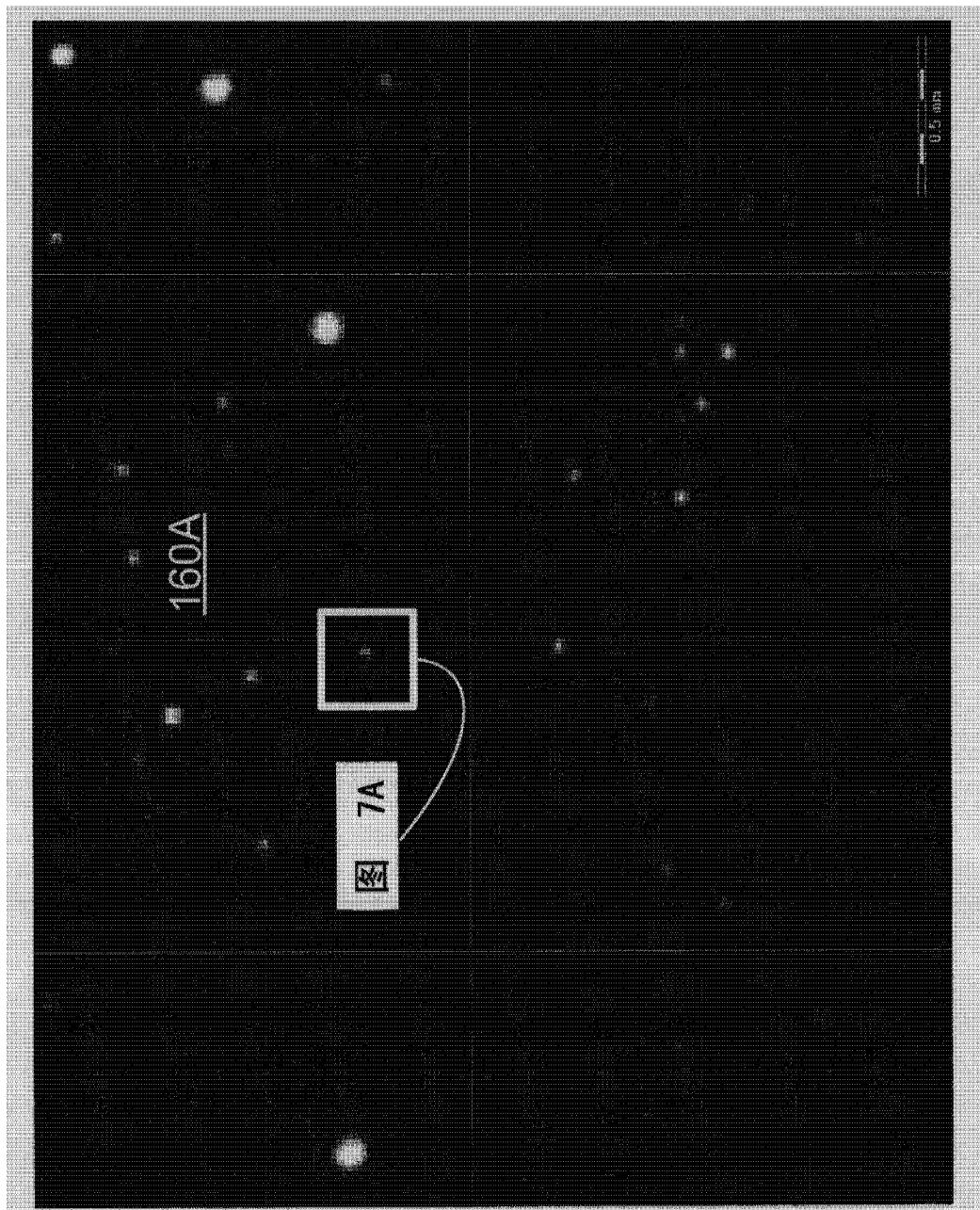


图 6

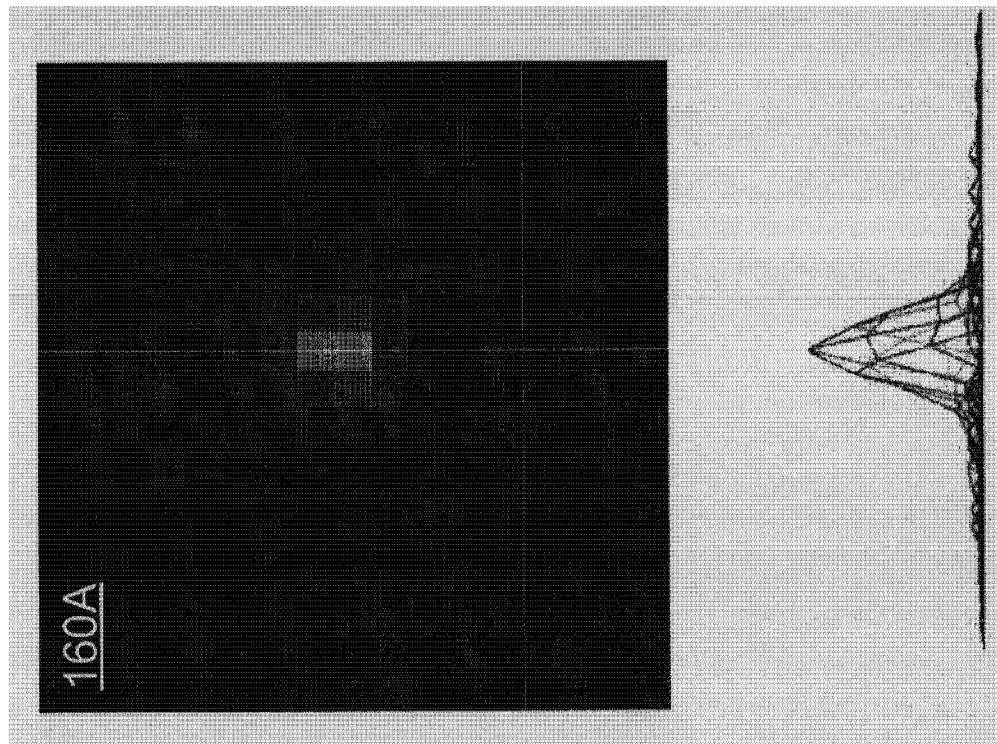


图 7A

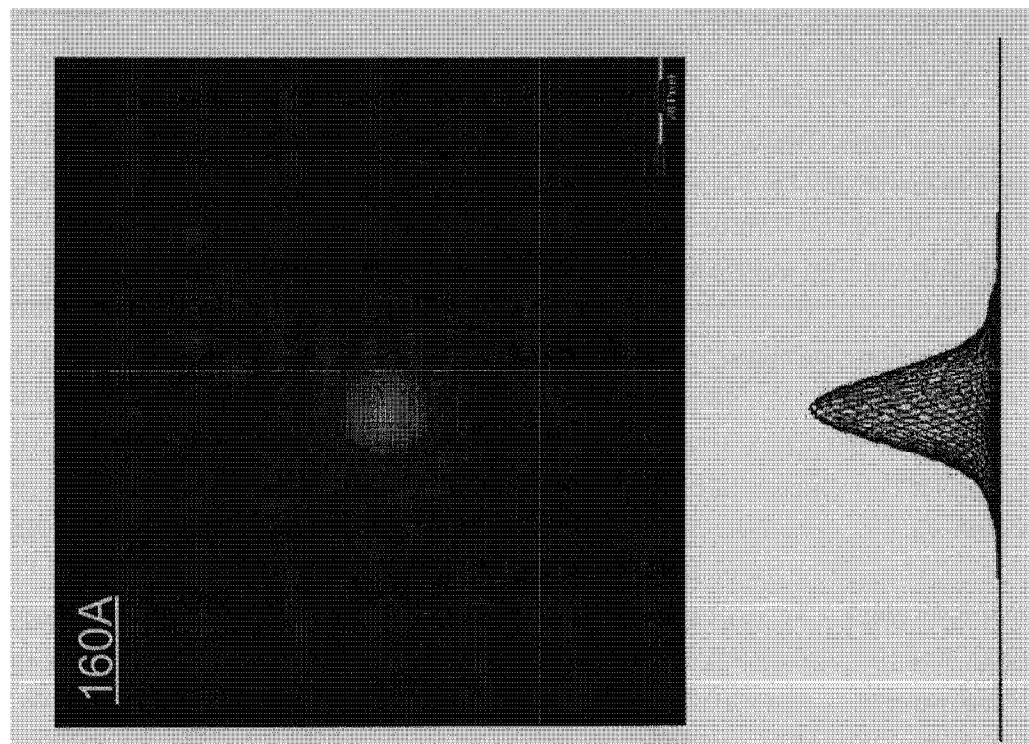


图 7B

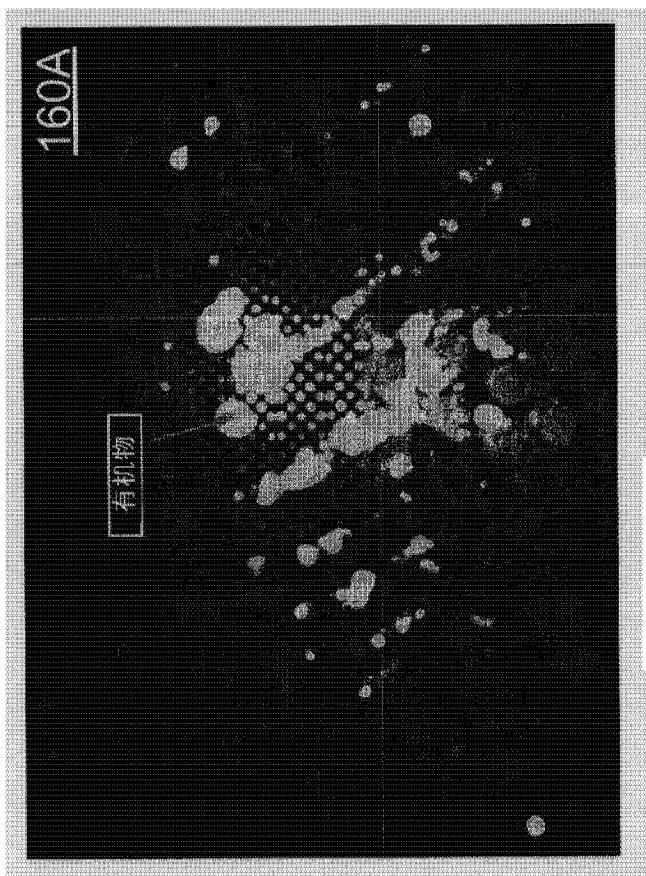


图 8A

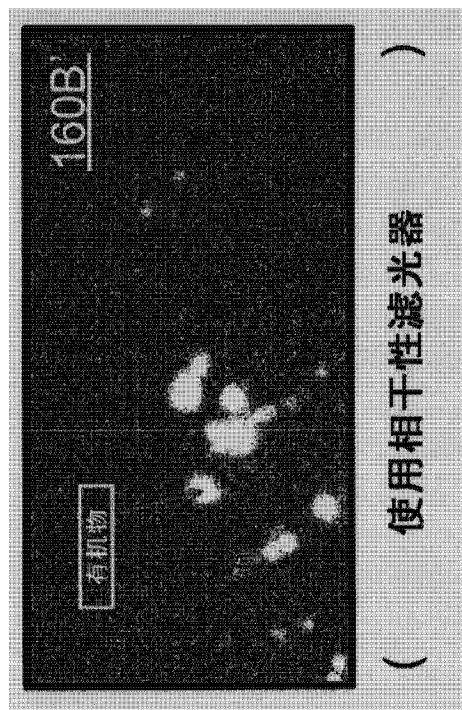


图 8B

使用相干性滤光器  
( )