



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110672615 A

(43)申请公布日 2020.01.10

(21)申请号 201910591735.9

(22)申请日 2019.07.03

(30)优先权数据

2018-126888 2018.07.03 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 植村卓典

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 曾琳

(51)Int.Cl.

G01N 21/88(2006.01)

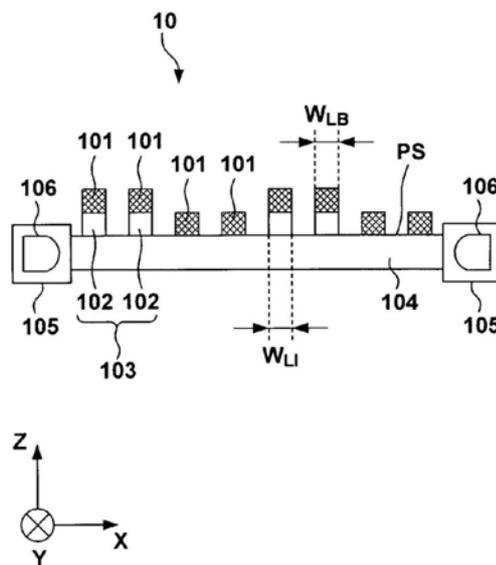
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

光照射装置、光学评估装置和物品制造方法

(57)摘要

本公开内容涉及光照射装置、光学评估装置和物品制造方法。一种用于用光照射物体的光照射装置,包括:多个线状遮光器,其以预定的中心至中心间隔布置,并且被配置为至少部分地阻挡光;以及多个线状光照射器,其被布置为与多个遮光器中的一些重叠,以使用光照射物体。多个光照射器被布置为形成不小于多个遮光器的中心至中心间隔的两倍的周期。



1. 一种用于用光照射物体的光照射装置,其特征在于,包括:
线状的多个遮光器,以预定的中心至中心间隔布置,并被配置为至少部分地阻挡光;以及
线状的多个光照射器,被布置为与所述多个遮光器中的一些重叠以使用光照射物体,
其中,所述多个光照射器被布置为形成不小于所述多个遮光器的中心至中心间隔的两倍的周期。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个光照射器被布置为形成多个周期元件,所述多个周期元件以作为其中心至中心间隔的所述周期布置,并且所述多个周期元件中的每一个包括相同数量的光照射器。
3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述数量不小于2,并且所述多个周期元件中的每一个中的光照射器的中心至中心间隔等于所述多个遮光器的中心至中心间隔。
4. 根据权利要求2所述的装置,其中,令 n 为所述数量, P_m 为所述多个遮光器的中心至中心间隔,并且 P_o 为所述周期,则满足 $1/4 \leq (n \times P_m) / P_o \leq 3/4$ 。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个光照射器中的每一个的宽度不大于所述多个遮光器中的每一个的宽度。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个遮光器中的每一个的长边方向和布置所述多个遮光器的方向彼此垂直。
7. 根据权利要求1所述的装置,还包括透光板构件,
其中,所述多个遮光器和所述多个光照射器布置在所述板构件的主表面上。
8. 根据权利要求7所述的装置,其中,所述多个光照射器布置在所述主表面和所述多个遮光器中的如下遮光器之间:这些遮光器被布置为使得所述多个光照射器与这些遮光器重叠。
9. 根据权利要求8所述的装置,还包括光源,所述光源被配置为用光照射所述板构件的端面。
10. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述多个光照射器的厚度小于所述多个遮光器的中心至中心间隔。
11. 一种光学评估装置,其特征在于,包括:
根据权利要求1所述的光照射装置;
成像器,被配置为通过所述多个遮光器之间的开口,对由光照射装置用光照射的物体进行成像;
驱动器,被配置为在与所述多个遮光器中的每个遮光器的长边方向相交的方向上移动所述多个遮光器和所述多个光照射器;以及
图像处理器,被配置为基于由成像器捕获的多个图像来评估物体。
12. 根据权利要求11所述的装置,其中,成像器在驱动器正在移动所述多个遮光器和所述多个光照射器的状态下进行成像。
13. 根据权利要求12所述的装置,其中
所述多个光照射器被布置为形成多个周期元件,所述多个周期元件以作为中心至中心间隔的所述周期布置,并且所述多个周期元件中的每一个包括相同数量的光照射器,以及

令 n 为所述数量, P_m 为所述多个遮光器的中心至中心间隔,并且 P_o 为所述周期,
则在成像器的曝光时段期间驱动器移动所述多个遮光器和所述多个光照射器的距离
小于 $P_o - (n \times P_m)$ 。

14. 一种物品制造方法,其特征在于,包括:

通过使用根据权利要求11所述的光学评估装置来评估物品;以及
执行与对物品的评估结果相应的处理。

光照射装置、光学评估装置和物品制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光照射装置、光学评估装置和物品制造方法。

背景技术

[0002] 日本专利第5994419号描述了一种检查装置,其在用具有周期性变化的亮度的光照射待检查物体的同时对该物体进行成像,计算所获得的图像的周期性亮度变化的振幅值等,并且通过使用振幅值等检测缺陷。在日本专利第5994419号中描述的该检查装置中,用于用光照射待检查物体的照明设备在诸如LCD的显示设备上显示条纹图案光,并用该条纹图案光照射物体。可替换地,照明设备通过使用投影仪将条纹图案光投影到屏幕上,并用屏幕反射的条纹图案光照射待检查物体。

[0003] 诸如日本专利第5994419号中描述的检查装置的光学评估装置使用包括诸如LCD的显示设备的照明设备或包括投影仪和屏幕的照明设备,并且像这样的照明设备是不透光的非透射型设备。因此,为了通过使用成像设备对形成在待检查物体上的条纹图案进行成像,必须布置照明设备以便不阻挡成像设备的视野,这可能会增加光学评估装置的尺寸。特别是当待检查物体的检查目标区域是曲面时,需要大的照明设备来立即对来自整个检查目标区域的规则反射光进行成像。这可能造成光学评估装置的尺寸进一步增大的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种有利于减小光学评估装置的尺寸的技术。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供一种用于用光照射物体的光照射装置,所述光照射装置包括:多个线状遮光器,以预定的中心至中心间隔布置,并被配置为至少部分地阻挡光;以及多个线状光照射器,被布置为与多个遮光器中的一些重叠,以使用光照射物体,其中,多个光照射器被布置为形成不小于多个遮光器的中心至中心间隔的两倍的周期。

[0006] 根据本发明的第二方面,提供一种光学评估装置,所述光学评估装置包括:如本发明的第一方面限定的光照射装置;成像器,被配置为通过多个遮光器之间的开口,对由光照射装置用光照射的物体进行成像;驱动器,被配置为在与多个遮光器中的每个遮光器的长边方向相交的方向上移动多个遮光器和多个光照射器;以及图像处理器,被配置为基于由成像器捕获的多个图像来评估物体。

[0007] 根据本发明的第三方面,提供一种物品制造方法,所述物品制造方法包括:通过使用如本发明的第二方面限定的光学评估装置来评估物品;以及执行与对物品的评估结果相应的处理。

[0008] 根据下面参照附图对示例性实施例的描述,本发明的其他特征将变得清晰。

附图说明

[0009] 图1A和图1B是示出本发明实施例的光照射装置的布置的图;

[0010] 图2是示出本发明实施例的光学评估装置的布置的图;

[0011] 图3A至图3D是用于解释在扫描光照射装置的同时通过成像设备进行曝光的效果的图；

[0012] 图4是示出本发明实施例的光学评估装置的操作的流程图；以及

[0013] 图5是示出多个周期元件的中心至中心间隔 P_0 与多个遮光器的中心至中心间隔 P_m 的比率(P_0/P_m)与图像强度的不均匀性之间的关系的曲线图。

具体实施方式

[0014] 下面将参照附图通过其示例性实施例解释本发明。

[0015] 图1A和图1B示意性地示出了本发明实施例的光照射装置10的布置。光照射装置10被配置为用光照射物体11。图1A是示出从光照射装置10要用光照射的物体11观察的光照射装置10的图。图1B是光照射装置10的截面图或侧视图。

[0016] 光照射装置10包括多个遮光器101和多个光照射器102。多个遮光器101被配置为至少部分地阻挡光。换句话说，多个遮光器101的透光率小于100%。优选地，多个遮光器101的透光率小于10%。多个遮光器101是沿X方向以预定的中心至中心间隔 P_m 布置的多个线状遮光器。每个遮光器101的纵向方向是与X方向相交的方向，例如，Y方向。注意，Y方向垂直于X方向。多个光照射器102是多个线状光照射器，其布置为与多个遮光器101中的一些重叠，以便用光照射物体11。每个光照射器102的宽度(在X方向上) W_{Li} 等于或小于每个遮光器101的宽度(在X方向上) W_{Lb} 。

[0017] 作为透射光的透光器的开口107形成在多个遮光器101中的相邻遮光器101之间。多个开口107以中心至中心间隔 P_m 布置。成像器(稍后描述)可以通过多个开口107对物体11进行成像。遮光器101和开口107交替布置。

[0018] 如上所述，多个遮光器101在X方向上的中心至中心间隔是 P_m 。这相当于布置多个遮光器101以在X方向上形成周期 P_m 。多个光照射器102布置为在X方向上形成周期 P_0 ，周期 P_0 是多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 的两倍以上。多个光照射器102形成多个周期元件103，其布置为具有作为中心至中心间隔的周期 P_0 。每个周期元件103由相同数量的光照射器102形成。当形成每个周期元件103的光照射器102的数量是2以上时，多个周期元件103中的每一个中的光照射器102的中心至中心间隔等于多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 。

[0019] 周期元件103的宽度(在X方向上) W_0 被定义为与包括在周期元件103中的两个最外侧光照射器102(在一个周期元件103中彼此间隔最远的两个光照射器102)的外侧相邻的两个开口107的中心至中心间隔。令 n 是形成每个周期元件103的光照射器102的数量， P_m 是多个遮光器101的中心至中心间隔，则 $W_0 = n \times P_m$ 成立。

[0020] 在图1A和图1B中所示的示例中，多个周期元件103中的每一个包括两个光照射器102。此外，在图1A和图1B中所示的示例中，两个遮光器101布置在多个周期元件103中的相邻周期元件103之间。此外，在图1A和图1B中所示的示例中，多个周期元件103的中心至中心间隔或周期 P_0 是多个遮光器101的中心至中心间隔或周期 P_m 的四倍，并且每个周期元件103的宽度 W_0 是多个遮光器101的中心至中心间隔或周期 P_m 的两倍。

[0021] 光照射装置10还包括透光板构件104，并且多个遮光器101和多个光照射器102可以布置在板构件104的主表面PS上。多个光照射器102可以布置在主表面PS和多个遮光器101中的布置为使得多个光照射器102与其重叠的遮光器101之间。在对主表面PS的正投影

(平面图)中,光照射器102可以布置为不从光照射器102重叠的遮光器101延伸。换句话说,多个光照射器102中的每一个的宽度可以等于或小于多个遮光器101中的每一个的宽度。

[0022] 作为示例,多个光照射器102可以由白色颜料制成,并且多个遮光器101可以由黑色颜料制成。多个光照射器102可以通过在板构件104上以线的形式施加白色颜料来形成,并且多个遮光器102可以通过以线的形式施加黑色颜料来形成。这些颜料可以通过使用诸如丝网印刷或喷墨印刷的公知技术来施加。

[0023] 光照射装置10也可以通过如下制造:制备其上印刷多个光照射器102的板构件104和其上印刷多个遮光器101的基板,并且堆叠板构件104和基板使得光照射器102和遮光器101彼此重叠。光照射装置10也可以通过如下制造:将遮光器101和光照射器102印刷在另一个透明板构件上,并将另一个板构件布置在板构件104上。光照射装置10也可以通过如下制造:堆叠由透明有机EL显示器等形成的多个光照射器102和由具有多个线状开口107的金属板形成的多个遮光器101。

[0024] 多个遮光器101和多个光照射器102也可以通过除使用颜料的方法之外的方法形成。例如,多个遮光器101可以由铝、铬等金属沉积膜形成。光照射器102也可以通过例如激光处理或喷砂处理在板构件104的主表面PS上形成凹凸结构或污渍抛光结构来获得。

[0025] 光照射装置10还可包括光源106,用于用光照射板构件104的端面(侧表面)。在一个示例中,板构件104可以由保持框架105保持,并且光源106可以并入到保持框架105中。光源106可以包括例如发光二极管(LED)、激光二极管(LD)或卤素灯。从光源106发出的光通过板构件104的端面进入板构件104,并在板构件104内部传播,同时被全反射。也就是说,板构件104用作导光板。

[0026] 在板构件104内部传播的光的一部分被形成在板构件104上的多个光照射器102散射。当从板构件104观察时在与物体11相反的方向(Z轴的正方向)上散射的光由于被遮光器101吸收或反射而被阻挡。当从板构件104观察时,这防止光照射当从板构件104观察时布置在与物体11相反的方向上的成像器。为了实现该功能,每个光照射器102的宽度(在X方向上) W_{LI} 优选地等于或小于每个遮光器101的宽度(在X方向上) W_{LB} ,并且更优选地小于 W_{LB} 。每个光照射器的宽度也可以是每个遮光器的宽度的80%(含)至95%(含)。

[0027] 用由多个光照射器102散射并从板构件104朝向物体11输出的光照射物体11。因此,在物体11的表面上形成与多个光照射器102的布置相对应的光强度分布或图像。

[0028] 当光照射器102由颜料形成时,光照射器102的厚度可以是几微米或更大,以使用足够强的光照射物体11。另一方面,如果光照射器102的厚度太大,则与光照射器102重叠的遮光器101的位置变得远离板构件104。这过度地增加了布置在光照射器102上的遮光器101的高度和布置在未形成光照射器102的部分上的遮光器101的高度(距主表面PS的距离)之间的差异。在这种情况下,从成像器观察的多个遮光器101的宽度变得不均匀。因此,多个光照射器102的厚度优选地小于多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 。

[0029] 图2示出了本发明实施例的光学评估装置1的布置。光学评估装置1包括光照射装置10作为构成部件(光照射设备),并且对物体11进行光学评估。物体11具有例如光泽表面。物体11可以是例如具有抛光表面的金属件或树脂件。在物体11的表面或其附近可存在诸如划痕、颜色损失和凹痕的各种缺陷。

[0030] 光学评估装置1可以通过获得物体11的待检查区域的图像并评估通过对图像进行

处理获得的处理图像来检测物体11的表面上的缺陷。此外,光学评估装置1可以基于缺陷检测结果将物体11分类为例如无缺陷产品或有缺陷产品。尽管未示出,但是光学评估装置1可以包括用于将物体11传送到预定位置的传送装置(例如,传送器,机器人,滑动器或手动台)(未示出)。

[0031] 光学评估装置1可包括:光照射装置10,用于通过用光照射物体11来对物体11进行照明;以及成像器(照相机)12,用于经由光照射装置10对物体11进行成像。成像器12通过多个遮光器101之间的多个开口107对物体11进行成像。成像器12可以包括:其中二维地布置多个像素的图像传感器(区域传感器),例如CCD图像传感器或CMOS图像传感器;以及在图像传感器的成像平面上形成物体11的图像的光学系统。通过不使用线传感器而是使用区域传感器,可以快速评估物体11的宽范围。

[0032] 光学评估装置1包括驱动器13。驱动器13在与多个遮光器101中的每一个的纵向方向(Y方向)相交的方向(通常,X方向)上移动光照射装置10(多个遮光器101和多个光照射器102)。在图2所示的该示例中,驱动器13移动整个光照射装置10。然而,当多个遮光器101和多个光照射器102被形成在可移动构件上时,驱动器13也可仅移动可移动构件。

[0033] 光学评估装置1还可以包括控制器14。控制器14可以是诸如FPGA(现场可编程门阵列)的PLD(可编程逻辑器件),ASIC(专用集成电路),安装有程序的通用或专用计算机,或者它们的全部或部分的组合。控制器14使例如光照射装置10、成像器12和驱动器13彼此同步地操作。例如,控制器14控制驱动器13,使得光照射装置10以预定速度移动,同时以预定时间间隔向成像器12发送触发信号,从而使成像器12捕获N个图像($N \geq 3$)。然而,配置不限于此。例如,还可以通过手动操作驱动器13来移动光照射装置10,并使成像器12通过手动触发器执行成像。

[0034] 光学评估装置1还可包括图像处理器15和显示器16。图像处理器15基于由成像器12捕获的多个(N个)图像来评估物体11。图像处理器15和控制器14也可以集成。图像处理器15可以是例如安装有程序的通用或专用计算机。由成像器12捕获的图像可以通过诸如电缆的传输路径或通信路径(未示出)传输到图像处理器15。

[0035] 成像器12执行成像的成像时段(曝光时段)被设置在驱动器13移动光照射装置10的移动时段内。换句话说,成像器12在驱动器13移动光照射装置10的状态下进行成像。曝光时段是累积由成像器12通过光电转换产生的电荷的时段,即,电荷累积时段。诸如此类的操作有利于减少由多个遮光器101和多个周期元件103形成的频率分量中的、具有比多个周期元件103的周期P。短的周期的频率分量(高阶频率分量)。下面将参照图3A至图3D解释原因。

[0036] 图3A示出了在光照射装置10静止的状态下由成像器12观察到的多个遮光器101的透射率分布。横坐标表示X坐标,并且纵坐标表示透射率(等同于成像器12的曝光时段期间的光量(亮度的时间积分值))。透射率分布具有矩形波形,因为多个线状遮光器101以中心至中心间隔(周期) P_m 布置。

[0037] 图3B示出了当成像器12在以 P_m 扫描光照射装置10的同时继续曝光时由成像器12观察到的多个遮光器101的透射率分布(实线)。横坐标表示X坐标,并且纵坐标表示透射率(等同于成像器12的曝光时段期间的光量(亮度的时间积分值))。为了比较,图3B用虚线示出了图3A的透射率分布。由于在以 P_m 扫描光照射装置10的同时成像器12继续曝光,因此成像器12观察到的多个遮光器101的透射率分布是平滑的,从而形成上侧具有几乎均匀的透

射率的梯形分布。

[0038] 图3C示出了在光照射装置10静止的状态下由成像器12观察到的多个光照射器102的亮度分布。横坐标表示X坐标,并且纵坐标表示亮度(等同于成像器12的曝光时段期间的光量(亮度的时间积分值))。亮度分布具有矩形波形,该波形具有不规则的间隔,因为多个线状光照射器102被布置为形成周期 P_0 。

[0039] 图3D示出了当成像器12在以 P_m 扫描光照射装置10的同时继续曝光时由成像器12观察到的多个光照射器102的亮度分布(实线)。横坐标表示X坐标,并且纵坐标表示亮度(等同于成像器12的曝光时段期间的光量(亮度的时间积分值))。为了比较,图3D用虚线示出了图3C的透射率分布。由于成像器12在以 P_m 扫描光照射装置10的同时继续成像,因此成像器12观察到的多个光照射器102的亮度分布也是平滑的。然而,亮度分布不是单个梯形,而是具有梯形波形,因为由多个光照射器102(多个周期元件103)形成的周期 P_0 大于多个遮光器101的间隔 P_m (在该示例中, P_0 是 P_m 的四倍)。

[0040] 如上所述,当成像器12在光照射装置10静止的同时进行成像时,多个遮光器101的透射率分布和多个光照射器102(多个周期元件103)的亮度分布(两者都是通过成像器12观察到的)包含周期 P_m 的频率分量。另一方面,当成像器12在光照射装置10被扫描的同时进行成像时,可以减小周期 P_m 的频率分量,即,高阶频率分量。通过这样减小高阶频率分量,可以提高处理图像(稍后解释)中的亮度(像素值)的均匀性。

[0041] 图3A至图3D示出了当成像器12在以 P_m 扫描光照射装置10的同时继续曝光时通过成像器12观察到的多个遮光器101的透射率分布和多个光照射器102的亮度分布。然而,这仅是示例,并且不必使在成像器12的成像时段(曝光时段)期间的光照射装置10的移动量等于 P_m 。在成像时段(曝光时段)期间光照射装置10的移动量期望地小于多个周期元件103的中心至中心间隔 P_0 和宽度 W_0 之间的差 $P_0 - W_0$ (即, $P_0 - (n \times P_m)$)。这是因为如果在成像时段期间光照射装置10的移动量大于 $P_0 - W_0$,则在多个光照射器102(多个周期元件103)的亮度分布中不能获得高对比度图像(波形)。

[0042] 为了进一步减小高阶频率分量,有利的是,成像器12具有能够并行执行成像(曝光)和图像传输的功能(重叠功能)。具有重叠功能的成像器12即使在传输图像所需的时间期间也可以进行成像,因此可以获得更高的平滑效果。

[0043] 当形成多个周期元件103中的每一个的光照射器102的数量是2个以上时,形成每个周期元件103的光照射器102期望地以周期 P_m 布置。也就是说,每个周期元件103期望地由以周期 P_m 连续布置的 n 个光照射器102形成。这是为了避免当成像器12在扫描光照射装置10的同时继续曝光时在光照射器102的亮度分布中产生不期望的频率分量(除了周期 P_0 之外的频率分量)。不期望的频率分量可能对下面将解释的处理图像产生不良影响。

[0044] 此外,宽度 W_0 (即, $n \times P_m$)与多个周期元件103的周期 P_0 的比率(W_0/P_0)(占空比)优选为 $1/4$ (含)至 $3/4$ (含)。也就是说,优选的是满足 $1/4 \leq (n \times P_m)/P_0 \leq 3/4$ 的条件。这是因为如果满足该条件,则由成像器12观察到的在多个光照射器102的亮度分布中产生的不期望的频率分量(除了周期 P_0 之外的频率分量)足够小。另外,从同样的观点来看,多个遮光器101的占空比(W_{LB}/P_m)和多个光照射器102的占空比(W_{LI}/P_m)优选为40%以下或60%以上。注意,如果占空比增加,则分辨率可能降低,因为遮光器101阻挡成像器12的光学系统的光瞳的一部分。当考虑到这一点时,多个遮光器101的占空比(W_{LB}/P_m)和多个光照射器102的占空比

(W_{LI}/P_m) 优选为40%以下。

[0045] 图4示出了由光学评估装置1执行的检查方法的过程。控制器14控制该检查方法。将参照图4解释检查物体11的表面上的缺陷的示例。首先,在步骤S11中,控制器14使驱动器13开始扫描(移动)光照射装置10。在步骤S12中,控制器14使光照射装置10在驱动器13扫描光照射装置10的同时发光(以用光照射物体11),并使成像器12进行成像。因此,成像器12捕获第*i*个图像 $I_i(x, y)$ 。重复该操作直到*i*=1到*N*,结果捕获了总共*N* ($N \geq 3$)个图像。 (x, y) 指示图像中的像素的位置(坐标值)。

[0046] 在步骤S14中,控制器14使驱动器13停止扫描光照射装置10。在步骤S15中,控制器14使图像处理器15处理通过重复步骤S12获得的*N*个图像,并生成处理图像以用于检测缺陷。在步骤S16中,控制器14基于在步骤S15中获得的处理图像来检测物体11的表面上的缺陷。

[0047] 处理图像的示例是具有偏移了 $2\pi \Delta X_i/P_0$ 弧度的相位的频率分量的振幅图像。 ΔX_i ($i=1, 2, \dots, N$)是当捕获第*i*个图像时光照射装置10相对于参考位置的位置。当光照射装置10的位置是 ΔX_i 时,多个周期元件103的相位由 $2\pi \Delta X_i/P_0$ 弧度表示。当光照射装置10在扫描的同时以预定光量发光并且成像器12进行成像(曝光)时, ΔX_i 是曝光时段期间光照射装置10的平均位置。 ΔX_i 可以设置为任意值,只要该值已知即可。然而,由于彼此相差 2π 的整数倍的相位具有相同的值,所以可以在 $\Delta X_n \neq \Delta X_{m+nP_0}$ 的光照射装置10的位置中进行成像。

[0048] 当在光照射装置10的位置具有 P_0/N 的间隔的条件下捕获*N*个图像时, ΔX_i 由式(1)表示(其中捕获第一图像的位置是参考位置):

$$[0049] \quad \Delta X_i = (P_0/N) \times (i-1) \quad \dots (1)$$

[0050] 在这种情况下,可以由式(2)计算振幅图像 $A(x, y)$:

$$[0051] \quad A(x, y) = \sqrt{I_{sin}^2(x, y) + I_{cos}^2(x, y)}$$

$$[0052] \quad I_{sin}(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} I_{n+1}(x, y) \sin\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$$

$$[0052] \quad I_{cos}(x, y) = \sum_{n=0}^{N-1} I_{n+1}(x, y) \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) \quad \dots (2)$$

[0053] 当移动光照射装置10时,在光泽物体11的表面上反射的多个光照射器102的图像移动,因此入射光的亮度在成像器12的每个像素中改变。在物体11的表面上具有正常光泽的部分中,当光照射装置10移动时亮度大幅地变化,因此亮度的振幅值增加。另一方面,除了镜面反射光之外,具有诸如划痕和表面粗糙度的散射缺陷的部分还产生散射光。当光在物体11的表面上散射时,在表面上反射的多个光照射器102的图像模糊,因此强度的对比度差异减小,并且振幅值也减小。例如,在完全漫射的表面上,光的散射角分布不再依赖于入射光的角度。因此,即使当多个光照射器102将梯形波形图案投射到物体11上时,无论光照射装置10的位置如何,亮度总是恒定的,因此振幅变为零。因此,在振幅图像中,正常部分被可视化为明亮的,并且有缺陷部分被可视化为暗的。这使得可以在振幅图像中评估作为表

面特性的散射程度,并获得诸如划痕和表面粗糙度的散射缺陷的信息。

[0054] 处理图像的另一示例是相位图像。相位图像 $\theta(x, y)$ 可以由式(3)计算:

$$[0055] \quad \theta(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{I_{\sin}(x, y)}{I_{\cos}(x, y)} \right) \quad \dots(3)$$

[0056] 在式(3)中,以从 $-\pi$ 到 π 的值计算相位。因此,如果相位变化大于此,则在相位图像中发生不连续的相位跳跃。如果是这种情况,则需要相位连接(相位展开)。

[0057] 在相位图像中,可以将物体11的表面倾斜度评估为表面特性。因此,在相位图像中,可以获得由相位图像中的诸如凹痕、面缠绕误差和表面凹陷之类的平缓形状变化引起的缺陷的信息。

[0058] 已经提出了用于相位连接(相位展开)的各种算法,但是如果图像噪声大,则相位连接有时会失败。作为避免相位连接的方法,可以计算相位差(相当于相位的微分)而不是相位。相位差 $\Delta\theta_x(x, y)$ 和 $\Delta\theta_y(x, y)$ 可以由式(4)计算:

$$[0059] \quad \Delta\theta_x(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{I_{\cos}(x, y)I_{\cos}(x-1, y) + I_{\sin}(x, y)I_{\sin}(x-1, y)}{I_{\sin}(x, y)I_{\cos}(x-1, y) - I_{\cos}(x, y)I_{\sin}(x-1, y)} \right)$$

$$[0060] \quad \Delta\theta_y(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{I_{\cos}(x, y)I_{\cos}(x, y-1) + I_{\sin}(x, y)I_{\sin}(x, y-1)}{I_{\sin}(x, y)I_{\cos}(x, y-1) - I_{\cos}(x, y)I_{\sin}(x, y-1)} \right) \quad \dots(4)$$

[0061] 处理图像的又一个示例是平均图像。平均图像 $I_{ave}(x, y)$ 可以由式(5)计算:

$$[0062] \quad I_{ave}(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N I_n(x, y) \quad \dots(5)$$

[0063] 在平均图像中,可以将反射率分布评估为表面特性。因此,在平均图像中,可以获得具有与正常部分的反射率不同的反射率的缺陷的信息,例如颜色损失、污点和吸收异物。

[0064] 如上所述,可光学评估的表面特性根据处理图像而改变。因此,由于要可视化的缺陷也在处理图像之间改变,因此通过组合处理图像可以在处理图像中可视化各种缺陷。

[0065] 图3B和图3D描绘了当成像器12在扫描光照射装置10的同时继续成像时,通过成像器12观察到的多个遮光器101的透射率分布和多个光照射器102的亮度分布。然而,多个遮光器101和多个光照射器102的位置不是彼此独立的。因此,严格地说,通过在扫描光照射装置10的同时进行曝光而获得的图像不是图3B所示的多个光照射器102的透射率分布与图3D所示的多个光照射器102的亮度分布的乘积。结果,图像包含高阶频率分量。因此,即使在物体11的正常区域中,也会在平均图像、振幅图像和相位图像中出现周期性的强度不均匀性。如果这些图像的强度(像素值)具有不均匀性,则物体11的表面上的缺陷的检测精度可能会降低。

[0066] 图5示出了相对于多个周期元件103的中心至中心间隔P。与多个遮光器101的中心

至中心间隔 P_m 的比率(P_o/P_m),在图像上产生的强度(像素值)的不均匀性的计算结果。当在两对数图中 P_o/P_m 增加时,强度的不均匀性线性地减小。因此,当在所有遮光器101中形成光照射器102($P_o=P_m$)时,在图像上出现大的强度不均匀性。另外,为了提高图像均匀性,优选尽可能地增加 P_o/P_m 。因此,多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 。优选为多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 的两倍以上,更优选为8倍以上。

[0067] 另一方面,如果多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 过度减小,则光的衍射使图像模糊,并且分辨率降低。令 λ 是光照射装置10要发射的光的波长,则由遮光器101获得的一阶衍射光的角度 θ 由式(6)表示:

$$[0068] \quad \theta = \sin^{-1} \left(\frac{\lambda}{P_m} \right) \quad \dots(6)$$

[0069] 令 D 为布置有多个遮光器101的表面与物体11的表面之间的距离,则一阶衍射光在物体11的表面上产生 $2D \tan \theta$ 的模糊。令 B 是可允许的模糊量,则多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 必须大于 $(2D\lambda/B)$ 。

[0070] 另一方面,如果 P_o/P_m 大并且 P_m 的值也大,则多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 的值也增大。在这种情况下,驱动器13移动光照射装置10的距离增加,这可能会增大光学评估装置1的尺寸。另外,如果多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 大,则在振幅图像中具有低散射程度(高方向性)的散射缺陷变得难以在相位图像中检测。即使当 P_o/P_m 过度增大时,图像的强度不均匀性也会隐藏在噪声等中并且不会改善。因此,多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 。优选为多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 的256倍以下。

[0071] [示例1]

[0072] 在示例1的光学评估装置1中,多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 是0.5mm,多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 是8mm,并且每个周期元件103的宽度 W_o 是4mm。因此, P_m/W_o 是16,并且周期元件103的占空比(W_o/P_o)是50%。此外,遮光器101的宽度 W_{LB} 为0.2mm(占空比(W_{LB}/P_m)为40%),并且光照射器102的宽度 W_{LI} 为0.1mm(占空比(W_{LI}/P_m)为20%)。

[0073] 光学评估装置1在多个周期元件103具有不同相位的位置中捕获16个图像。驱动器13以10毫米/秒的速度扫描光照射装置10,并且成像器12以50ms的成像间隔在50ms的曝光时段内进行成像。在这些条件下,在每个图像的曝光时段期间光照射装置10的移动量为0.5mm。另外,当排除驱动器13加速和减速光照射装置10所需的时间时,用于捕获16个图像的操作在0.8秒内完成。

[0074] [示例2]

[0075] 在示例2的光学评估装置1中,多个遮光器101的中心至中心间隔 P_m 是1mm,多个周期元件103的中心至中心间隔 P_o 是12mm,并且每个周期元件103的宽度 W_o 是6mm。因此, P_m/W_o 是12,并且周期元件103的占空比(W_o/P_o)是50%。此外,遮光器101的宽度 W_{LB} 为0.3mm(占空比(W_{LB}/P_m)为30%),并且光照射器102的宽度 W_{LI} 为0.2mm(占空比(W_{LI}/P_m)为20%)。

[0076] 光学评估装置1在多个周期元件103具有不同相位的位置中捕获9个图像。驱动器13以22.2毫米/秒的速度扫描光照射装置10,并且成像器12以50ms的成像间隔在60ms的曝光时段内进行成像。在这些条件下,在每个图像的曝光时段期间光照射装置10的移动量为1.33mm。另外,当排除驱动器13加速和减速光照射装置10所需的时间时,用于捕获9个图像

的操作在0.54秒内完成。

[0077] 根据本实施例的光照射装置10,成像器12可以经由光照射装置10的多个开口107对物体11进行成像。因此,可以同轴地布置光照射装置10和成像器12,换句话说,可以将光照射装置10布置在物体11和成像器12之间。因此,光照射装置10可以布置在物体11附近。因此,即使在使用小尺寸的光照射装置10时,也可以从物体11的表面的宽范围获得到成像器12的规则反射光。因此,使用本实施例的光照射装置10的光学评估装置1可以立刻光学评估物体11的表面的宽范围。特别是当物体的表面是曲面并且非透射型光照射装置远离物体布置时,需要巨大的光照射装置以从物体的宽范围获得到成像器的规则反射光。因此,当物体的表面是曲面时,根据本实施例的光照射装置10特别有效。此外,本实施例的光照射装置10可以通过使多个周期元件103的中心至中心间隔 P_0 是遮光器101的中心至中心间隔 P_m 的两倍以上,来减小对物体11的表面的评估产生不良影响的图像上的强度不均匀性。

[0078] 另外,使用本实施例的光照射装置10的光学评估装置1可以用于作为物品制造方法(处理方法)的一个步骤进行的光学评估(光学检查)。例如,通过使用本实施例的光学评估装置1来光学评估被处理工件(待处理的物体)的表面。如果评估结果优于阈值,则将工件传送到后续步骤(用于执行后续步骤的装置)。如果结果比阈值差,则将工作传送到再处理步骤(用于执行再处理步骤的装置)。也就是说,本实施例的光学评估装置1可应用于根据光学评估结果执行不同处理(传送到后续步骤装置和传送到再处理装置)的物品制造方法。另外,当使用本实施例的光学评估装置1时,可以合并光学评估步骤(光学评估装置),而不需要在制造装置(处理装置)内部有任何大的空间。

[0079] 虽然针对示例性实施例描述了本发明,但是,应该理解,本发明不限于公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应当被赋予最宽的解释,以便涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

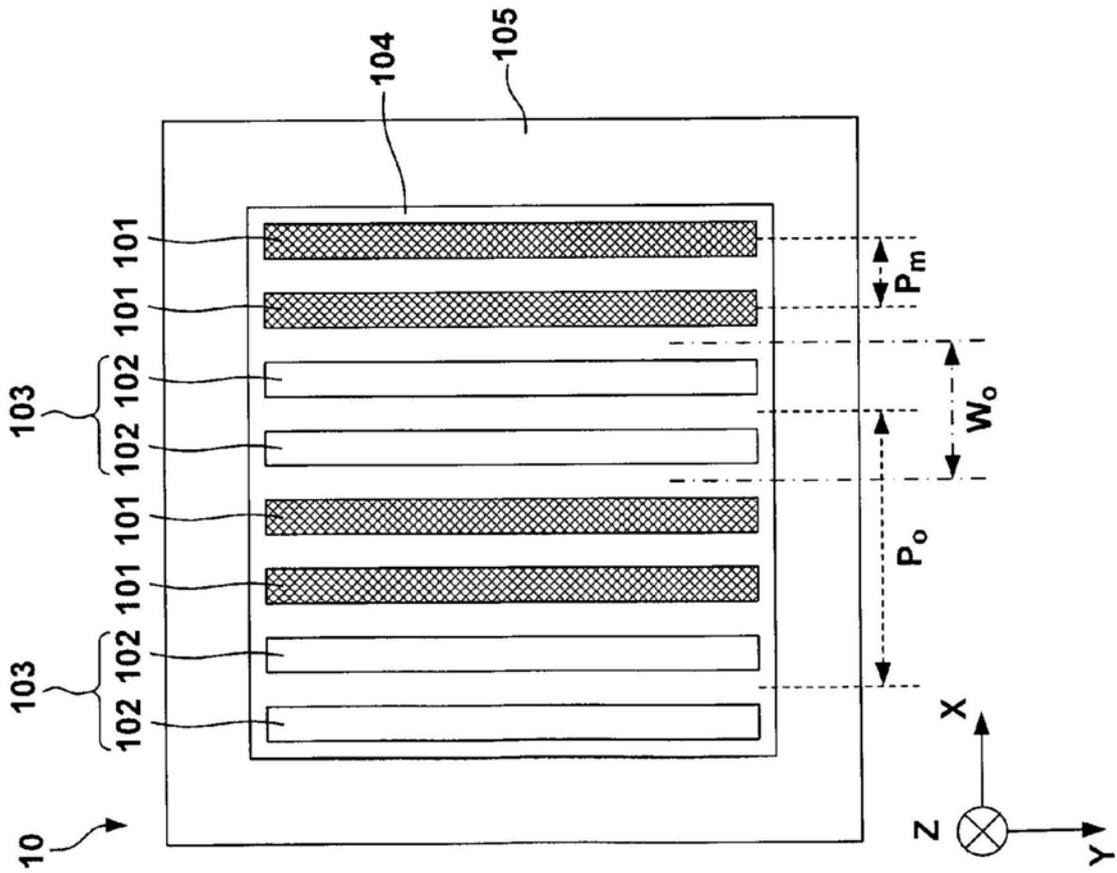


图1A

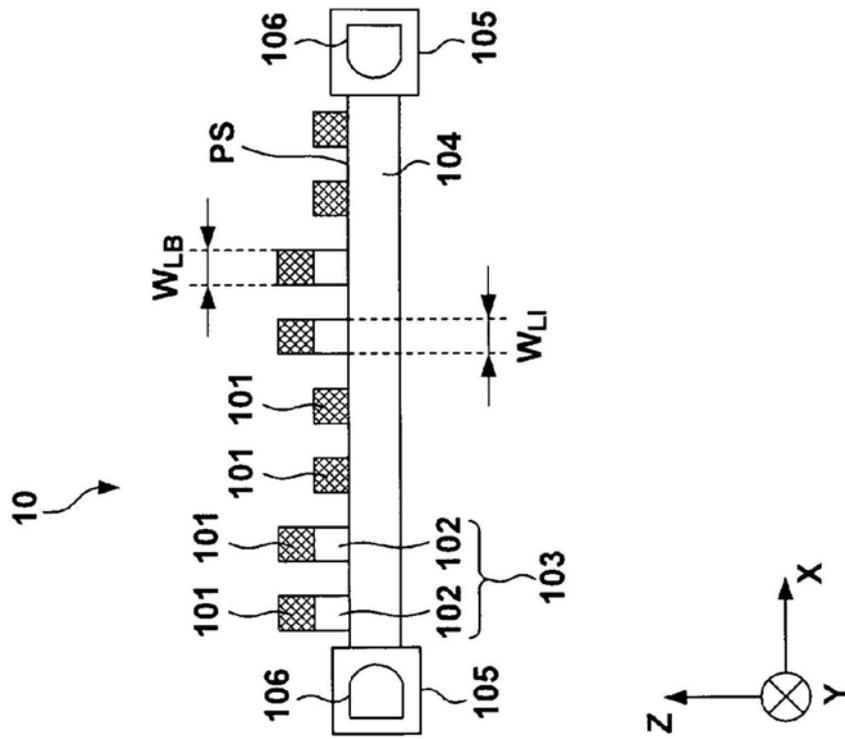


图1B

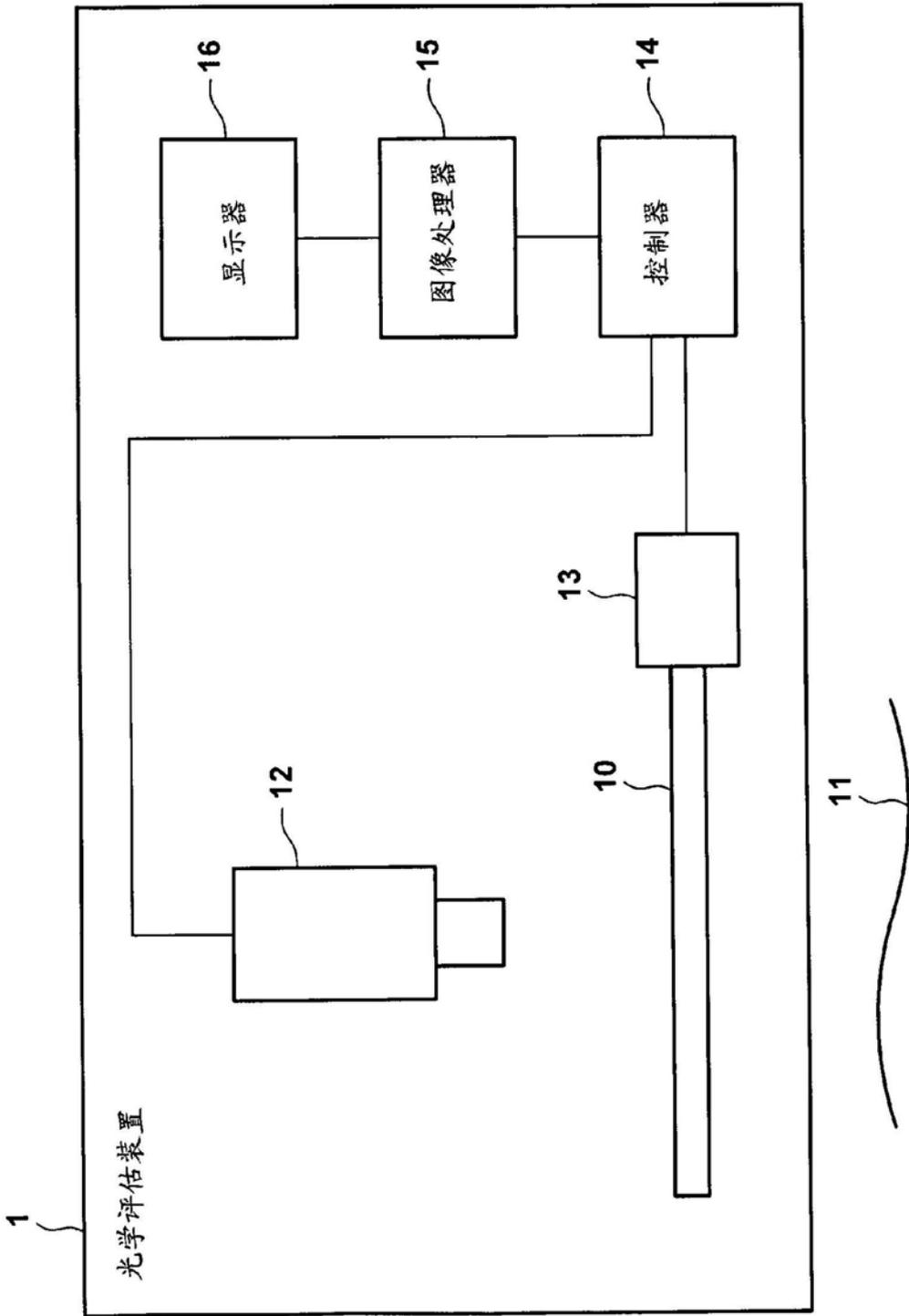


图2

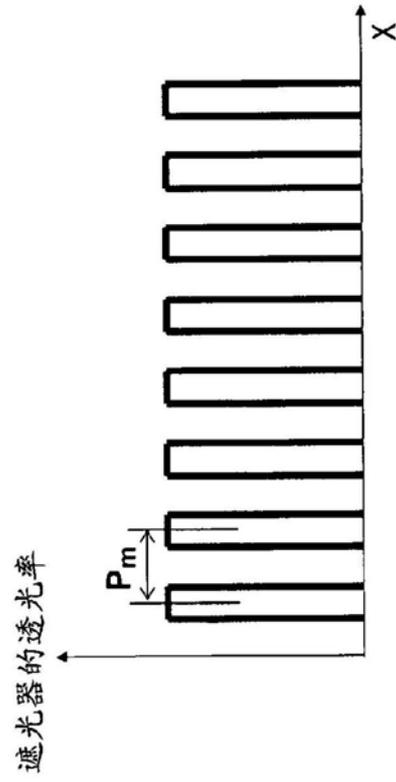


图3A

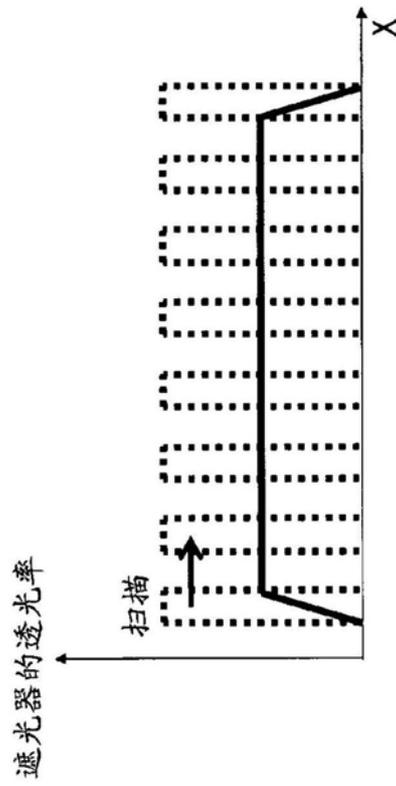


图3B

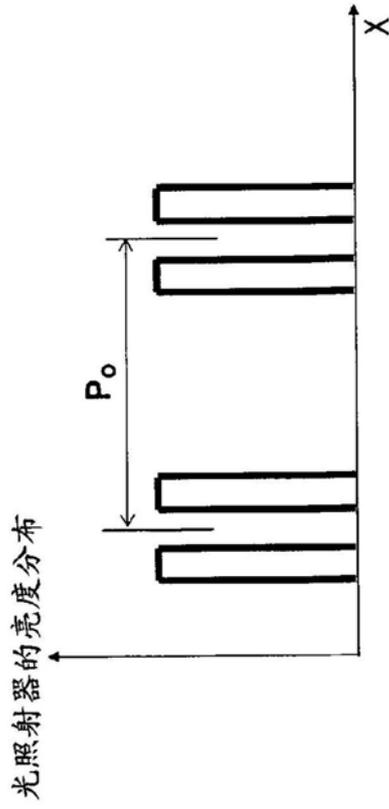


图3C

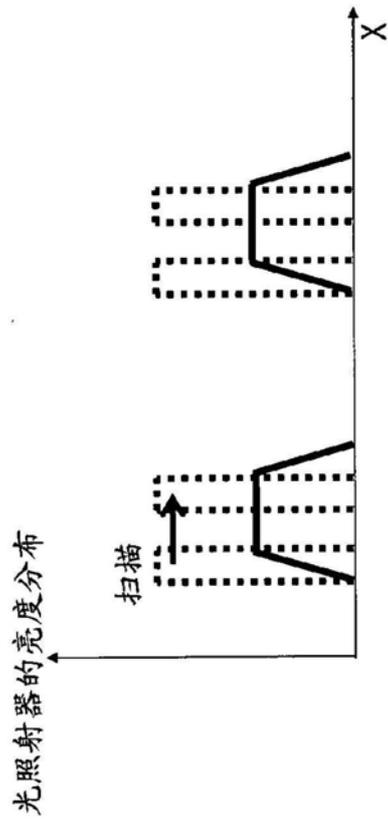


图3D

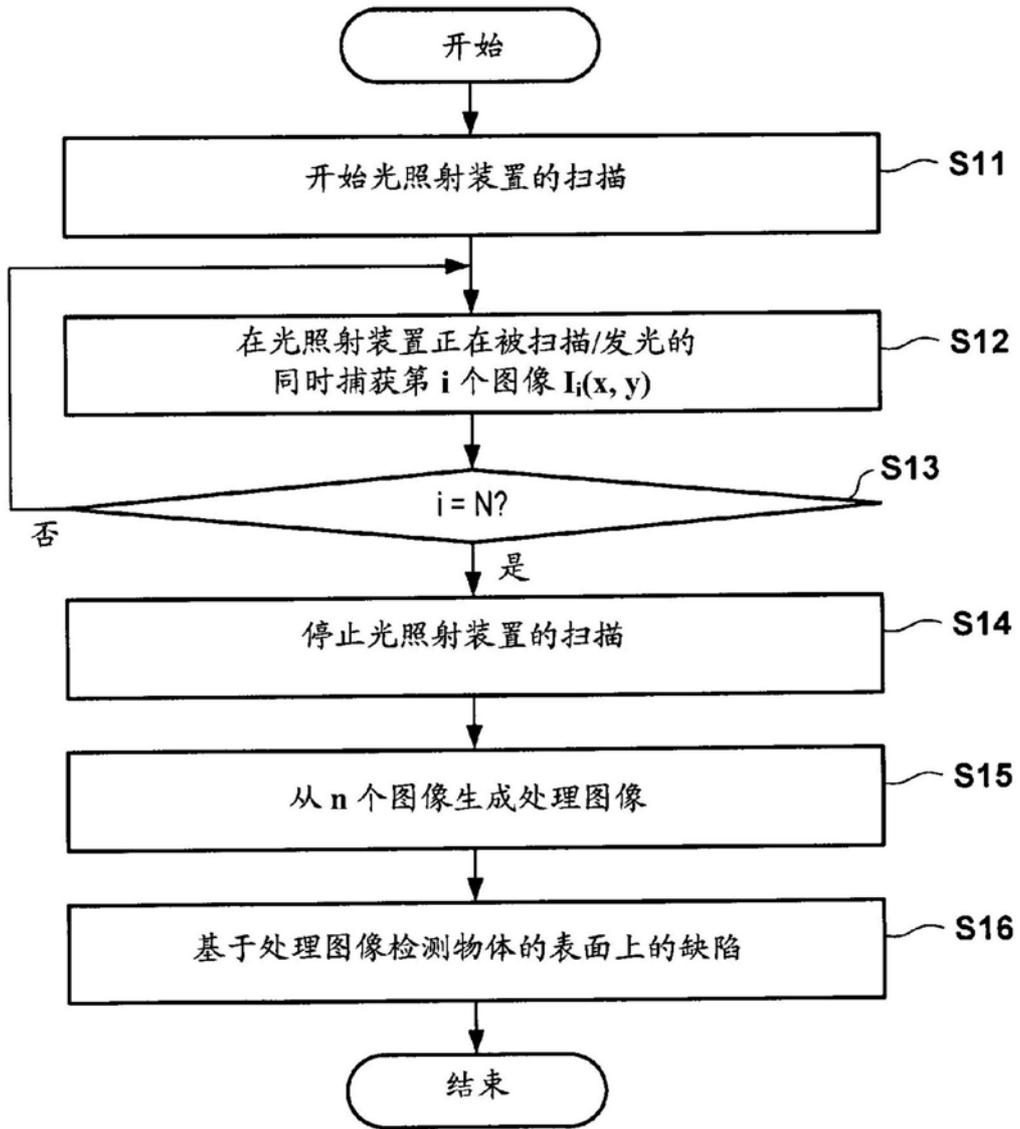


图4

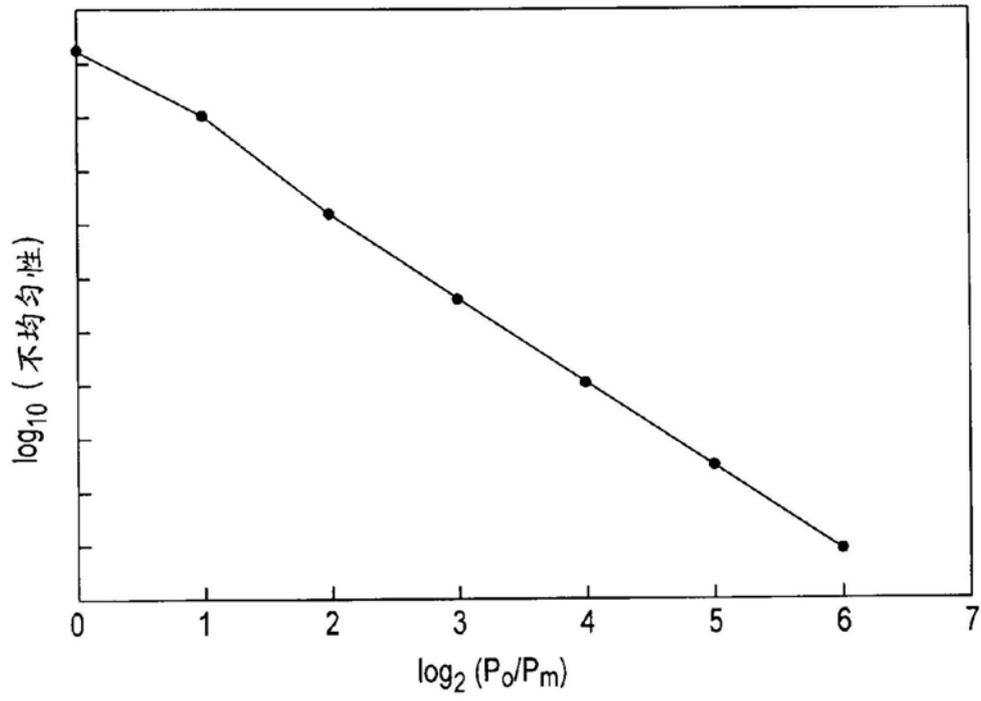


图5