



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116878418 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 13

(21) 申请号 202310957918.4

(22) 申请日 2022.12.27

(62) 分案原申请数据

202211685301.3 2022.12.27

(71) 申请人 深圳市中图仪器股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区西丽街  
道学苑大道1001号南山智园B1栋2楼

(72) 发明人 许陈旭 张和君 霍阔 张琥杰

(74) 专利代理机构 深圳舍穆专利代理事务所

(特殊普通合伙) 44398

专利代理师 邱爽

(51) Int. Cl.

G01B 11/24 (2006.01)

G02B 21/00 (2006.01)

G02B 21/36 (2006.01)

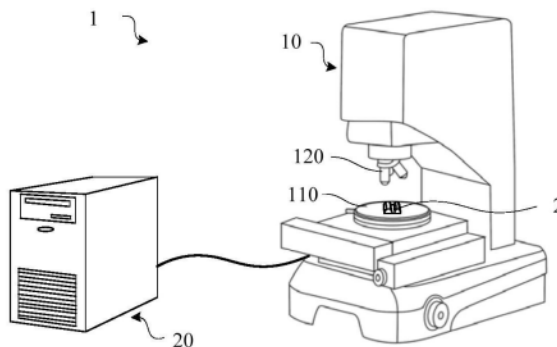
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

用于过曝现象的重建方法、重建装置和重建系统

(57) 摘要

本公开描述了一种用于过曝现象的重建方法、重建装置和重建系统,重建方法包括:获取待测物在第一光束照明时多个待测区域的反射光束作为多组第一反射光束,基于多组第一反射光束获得与多个待测区域相匹配的多组第一测量信息,其中,第一测量信息包括第一反射光束的强度;令包括第一反射光束的最大强度小于第一预设值的第一测量信息为第一目标信息,令包括第一反射光束的最大强度不小于第一预设值的第一测量信息为第二目标信息;并且基于第一目标信息和第二目标信息重建待测物。根据本公开,能够提高重建待测物的重建精度。



1. 一种用于过曝现象的重建方法,是利用包括显微物镜的测量装置扫描待测物并基于所述待测物的反射光束重建所述待测物的方法,所述待测物包括多个待测区域,其特征在于,所述重建方法包括:获取所述待测物在第一光束照明时所述多个待测区域的反射光束作为多组第一反射光束,基于多组所述第一反射光束获得与所述多个待测区域相匹配的多组第一测量信息,其中,所述第一测量信息包括第一反射光束的强度;令包括第一反射光束的最大强度小于第一预设值的所述第一测量信息为第一目标信息,令包括第一反射光束的最大强度不小于所述第一预设值的所述第一测量信息为第二目标信息;并且基于所述第一目标信息和所述第二目标信息重建所述待测物。

2. 如权利要求1所述的重建方法,其特征在于:令与所述第一目标信息相匹配的待测区域为第一区域,与所述第二目标信息相匹配的待测区域为第二区域,令基于所述第一目标信息获得所述第一区域的高度作为第一高度,令基于所述第二目标信息获得所述第二区域的高度作为第二高度,基于所述第一高度和所述第二高度获得所述目标图像以重建所述待测物。

3. 如权利要求2所述的重建方法,其特征在于:所述第一测量信息包括用于表征第一反射光束的强度的且与所述显微物镜的负离焦区域相匹配的第一负离焦信息、与所述显微物镜的对焦区域相匹配的第一对焦信息、以及与所述显微物镜的正离焦区域相匹配的第一正离焦信息,所述第一目标信息中的第一对焦信息小于所述第一预设值,基于所述第一对焦信息获得所述第一高度。

4. 如权利要求3所述的重建方法,其特征在于:所述第二目标信息中的第一对焦信息不小于所述第一预设值,基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一负离焦信息和第一正离焦区域获得所述第二高度。

5. 如权利要求4所述的重建方法,其特征在于:基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一负离焦信息获得第一直线,基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一正离焦信息获得第二直线,并且,基于所述第一直线和所述第二直线获得所述第二高度。

6. 如权利要求4或5所述的重建方法,其特征在于:基于所述第一高度和所述第二高度获得所述目标图像。

7. 如权利要求1所述的重建方法,其特征在于:各个所述待测区域对应的各束第一反射光束的最大强度不小于第二预设值,所述第二预设值为背景噪声。

8. 一种用于过曝现象的重建装置,是基于测量装置扫描待测物获得的测量信息重建所述待测物的装置,其特征在于,所述待测物包括多个待测区域,所述重建装置包括接收模块、筛选模块、以及处理模块,所述接收模块用于接收所述待测物在第一光束照明时与多个所述待测区域相匹配的多组第一测量信息,所述第一测量信息包括所述测量装置对所述待测区域进行扫描时所述测量装置所接收的反射光束的强度;所述筛选模块用于筛选出第一目标信息和第二目标信息,所述第一目标信息为多组所述第一测量信息中反射光束的强度小于第一预设值的所述第一测量信息,所述第二目标信息为多组所述第一测量信息中反射光束的强度不小于所述第一预设值的所述第一测量信息;所述处理模块用于接收所述第一目标信息和所述第二目标信息并基于所述第一目标信息和所述第二目标信息重建所述待测物。

9. 如权利要求8所述的重建装置,其特征在于:所述测量装置包括用于接收所述待测物的反射光束的成像元件,所述第一预设值与所述成像元件相关的动态范围相关。

10. 一种重建系统,其特征在于,包括测量装置和如权利要求9所述的重建装置,所述测量装置用于扫描所述待测物以获得多组第一测量信息,所述重建系统使用如权利要求1至权利要求7的任一项所述的重建方法重建所述待测物。

## 用于过曝现象的重建方法、重建装置和重建系统

[0001] 本申请是申请日为2022年12月27日、申请号为2022116853013、发明名称为共聚焦显微镜的重建方法的专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及一种智能制造装备产业,具体涉及用于过曝现象的重建方法、重建装置和重建系统。

### 背景技术

[0003] 目前,光学显微技术广泛应用于科学技术研究、工业测量等各个领域,但是普通光学显微技术(例如普通光学显微镜)对具有一定厚度的物体很难实现三维形貌的重建。随着近年来显微技术的不断发展,共聚焦显微技术已成为光学显微领域重要技术之一,其具有高精度、高分辨率、非接触和独特的轴向层析扫描成像等功能特点,可实现待测物的三维形貌重建,在微纳检测、精密测量和生命科学研究等领域得到了广泛的应用。

[0004] 一般而言,共聚焦显微检测技术是基于光源、待测物和显微物镜三点彼此共轭的原理进行机械扫描以获得待测物的相对高度进而对待测物进行三维形貌重建。理想情况下,可以根据待测物的各个待测区域的反射光束的强度确定待测物的各个待测区域位于显微物镜的焦平面时的相对位置,从而确定待测物的各个待测区域的相对高度。

[0005] 然而,对于非单一结构的待测物,待测物的各个待测区域的反射率分布不一致,则在相同的测量条件下,当光源的照明光束较强时,反射率较高的待测区域易导致成像结果的光强信息过高而失真(即过曝现象),基于过曝现象产生的过曝信息将无法有效地获得与之匹配的待测区域的相对高度;当光源的照明光束较弱时,反射率较低的待测区域的反射光束易受到背景噪声等因素的影响,导致获得的待测区域的相对高度的误差较大。

### 发明内容

[0006] 本公开是有鉴于上述现有技术的状况而提出的,其目的在于提供一种通过提高对待测区域的测量精度进而提高对待测物的重建精度的共聚焦显微镜的重建方法。

[0007] 为此,本公开提供一种共聚焦显微镜的重建方法,是应用于包括显微物镜的共聚焦显微镜并基于待测物的反射光束以重建所述待测物的方法,所述待测物包括多个待测区域,其特征在于,所述重建方法包括:获取所述待测物在第一光束照明时所述多个待测区域的反射光束作为多组第一反射光束,基于多组第一反射光束获得与所述多个待测区域相匹配的多组第一测量信息,其中,所述第一测量信息包括第一反射光束的强度;获取所述待测物在第二光束照明时所述多个待测区域的反射光束作为多组第二反射光束,基于多组第二反射光束获得与所述多个待测区域相匹配的多组第二测量信息,其中,第二光束的强度小于第一光束的强度,所述第二测量信息包括第二反射光束的强度;令包括第一反射光束的最大强度小于第一预设值的所述第一测量信息为第一目标信息,令包括第一反射光束的最大强度不小于所述第一预设值的所述第一测量信息为第二目标信息,令包括第二反射光束

的最大强度小于所述第一预设值且大于第二预设值的所述第二测量信息为第三目标信息；并且基于所述第一目标信息、所述第二目标信息、以及所述第三目标信息中的至少两项获得目标图像以重建所述待测物。

[0008] 在本公开中,通过利用不同强度的照明光束(第一光束和第二光束)对待测物进行多次测量,能够获得不同测量条件下的待测物的测量结果分别作为第一测量信息和第二测量信息,并且,通过综合第一测量信息和第二测量信息两次测量结果对待测物进行重建能够提高待测物的重建精度。

[0009] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,令与所述第一目标信息相匹配的待测区域为第一区域,与所述第二目标信息相匹配的待测区域为第二区域,令与所述第三目标信息相匹配的待测区域为第三区域,令基于所述第一目标信息获得所述第一区域的高度作为第一高度,令基于所述第二目标信息获得所述第二区域的高度作为第二高度,令基于所述第三目标信息获得所述第三区域的高度作为第三高度;并且基于所述第一高度、所述第二高度、以及所述第三高度中的至少两项获得所述目标图像。由此,能够根据实际测量需求自主选用合适的测量结果以达到快速并精确地重建待测物。

[0010] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,所述第一测量信息包括用于表征第一反射光束的强度的且与所述显微物镜的负离焦区域相匹配的第一负离焦信息、与所述显微物镜的对焦区域相匹配的第一对焦信息、以及与所述显微物镜的正离焦区域相匹配的第一正离焦信息,所述第一目标信息中的第一对焦信息小于所述第一预设值,基于所述第一对焦信息获得所述第一高度。在这种情况下,能够通过判断第一对焦信息与第一预设值之间的大小关系快速且直接地获得第一目标信息,并且,能够通过观察第一对焦信息出现时所对应的高度获得第一高度,由此,能够便于后续重建待测物。

[0011] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,所述第二目标信息中的第一对焦信息不小于所述第一预设值,基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一负离焦信息和第一正离焦区域获得所述第二高度。由此,在保持高效测量的同时还能够获得第二高度。

[0012] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一负离焦信息获得第一直线,基于所述第二目标信息中小于所述第一预设值的第一正离焦信息获得第二直线,并且,基于所述第一直线和所述第二直线获得所述第二高度。由此,通过拟合两条直线(第一直线和第二直线)的方式并基于两条直线能够获得第二高度。

[0013] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,基于所述第一高度和所述第二高度获得所述目标图像。在这种情况下,通过单次测量即可重建待测物,由此,能够提升测量效率。

[0014] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,所述第二测量信息包括与所述显微物镜的负离焦区域相匹配的第二负离焦信息、与所述显微物镜的对焦区域相匹配的第二对焦信息、以及与所述显微物镜的正离焦区域相匹配的第二正离焦信息,所述第三目标信息中的第二对焦信息小于所述第一预设值且大于所述第二预设值,基于所述第二对焦区域获得所述第三高度。在这种情况下,能够通过判断第二测量信息是否小于第一预设值并且大于第二预设值以获得第三目标信息,进而能够通过观察第三目标信息的第二对焦信息出现

时所对应的高度获得第三高度,由此,能够便于后续重建待测物。

[0015] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,基于所述第一高度获得与所述第一区域相匹配的第一图像,基于所述第三高度获得与所述第三区域相匹配的第三图像,并且基于所述第一图像和所述第三图像获得所述目标图像。在这种情况下,利用不同强度的照明光束对待测物进行两次照明并测量,能够分别使第一区域的反射光束的强度和第三区域的反射光束的强度小于第一预设值,进而能够先后获得第一图像和第三图像并基于第一图像和第三图像获得目标图像,由此,能够降低因测量失误导致待测区域的反射光束的强度大于第一预设值进而引起测量结果出现误差的几率。

[0016] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,令所述第一区域和所述第三区域中重合的区域为重合区域,令所述第一图像中与所述重合区域相匹配的部分为第一重合图像,令所述第三图像中与所述重合区域相匹配的部分为第三重合图像,基于所述第一重合图像和所述第三重合图像将所述第一图像和所述第三图像对齐并融合所述第一图像和所述第三图像以获得所述目标图像。在这种情况下,基于第一重合图像和第三重合图像能够将第一图像和第三图像对齐以更精确地获得目标图像,由此,能够提升对待测物的重建精度。

[0017] 另外,在本公开所涉及的重建方法中,可选地,所述第一预设值与接收第一反射光束和第二反射光束的成像元件相关。在这种情况下,能够通过成像元件直观地判断待测区域的反射光束(第一反射光束和第二反射光束)的强度与第一预设值之间的关系,由此,能够快速获得第一目标信息、第二目标信息、以及第三目标信息。

[0018] 根据本公开的重建方法,能够提供一种通过提高对待测区域的测量精度进而提高对待测物的重建精度的共聚焦显微镜的重建方法。

## 附图说明

[0019] 现在将仅通过参考附图的例子进一步详细地解释本公开,其中:

[0020] 图1是示出了本公开示例所涉及的重建系统的场景示意图。

[0021] 图2是示出了本公开示例所涉及的测量装置的结构框图。

[0022] 图3是示出了本公开示例所涉及某种待测物的立体示意图。

[0023] 图4是示出了本公开示例所涉及的重建方法的流程图。

[0024] 图5a是示出了本公开示例所涉及的第一测量信息的第一种实施例的示意图。

[0025] 图5b是示出了本公开示例所涉及的第一测量信息的第二种实施例的示意图。

[0026] 图6是示出了本公开示例所涉及的获得第二高度的示意图。

[0027] 图7是示出了本公开示例所涉及的重建方法的第二种实施例的流程图。

[0028] 图8是示出了本公开示例所涉及的第二测量信息的示意图。

[0029] 图9a是示出了本公开示例所涉及的某种待测物的简化示意图。

[0030] 图9b是示出了本公开示例所涉及的第一图像的简化示意图。

[0031] 图9c是示出了本公开示例所涉及的第三图像的简化示意图。

[0032] 图10是示出了本公开示例所涉及的重建方法的第三种实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0033] 以下,参考附图,详细地说明本公开的优选实施方式。在下面的说明中,对于相同的部件赋予相同的符号,省略重复的说明。另外,附图只是示意性的图,部件相互之间的尺寸的比例或者部件的形状等可以与实际的不同。

[0034] 需要说明的是,本公开中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形,例如所包括或所具有的一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可以包括或具有没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0035] 另外,在本公开的下面描述中涉及的小标题等并不是为了限制本公开的内容或范围,其仅仅是作为阅读的提示作用。这样的小标题既不能理解为用于分割文章的内容,也不应将小标题下的内容仅仅限制在小标题的范围内。

[0036] 本公开涉及一种共聚焦显微镜的重建方法(以下可以简称为重建方法或方法),其可以用于重建待测物的三维形貌。本公开所涉及的重建方法,通过对同一待测物采用多次测量,能够有效地降低因过曝现象而导致测量误差进而影响待测物的重建的情形。由此,能够提高对待测物的重建精度。

[0037] 本公开所涉及的共聚焦显微镜的重建方法还可以称为例如显微镜的重建方法、过曝现象的处理方法、具有补偿测量的重建方法等。需要说明的是,各名称是为了示例本公开,并不应当理解为限定性的。

[0038] 另外,本公开还提供了一种具有共聚焦显微镜的重建系统(下面可以简称为重建系统),本公开所涉及的重建方法可以应用于重建系统以对待测物进行重建。

[0039] 以下,以共聚焦显微镜为例,结合附图详细说明本公开。可以理解的是,共聚焦显微镜仅作为一种示例说明,本公开并不限于此,任何用于对待测物进行重建的3D表面形貌分析仪均可以运用本公开所涉及的方法、系统或装置以对过曝现象进行处理。

[0040] 图1是示出了本公开示例所涉及的重建系统1的场景示意图。图2是示出了本公开示例所涉及的测量装置10的结构框图。

[0041] 参见图1,本公开的重建系统1可以包括测量装置10和重建装置20。测量装置10可以是共聚焦显微镜。其中,测量装置10可以用于对待测物2进行测量以获得能够反映待测物2的测量信息,重建装置20能够接收上述测量信息并对测量信息进行处理以重建待测物2。由此,能够实现对待测物2的测量并根据测量信息完成对待测物2的重建。在本公开中,对待测物2进行重建可以指的是对待测物2的三维形貌进行重建。

[0042] 在一些示例中,待测物2可以称为样品。样品可以是半导体、3C电子玻璃屏、微纳材料、汽车零部件、或者MEMS器件等超精密的器件。在一些示例中,样品可以是应用于航空航天等领域的器件。在另一些示例中,样品可以是生物领域的组织或细胞切片。但本公开不限于此,待测物2可以是任意需要进行精密测量的器件。

[0043] 参见图1,在一些示例中,测量装置10可以包括承载平台110。承载平台110可以用于承载待测物2。在一些示例中,测量装置10可以包括显微物镜120。显微物镜120可以用于对待测物2进行扫描。由此,能够实现对待测物2的测量。

[0044] 在一些示例中,重建方法可以是应用于共聚焦显微镜的方法。在一些示例中,重建方法可以基于待测物2的反射光束重建待测物2。

[0045] 在一些示例中,测量装置10可以包括照明模块130和调节模块140(参见图2)。照明模块130可以用于发射照明光束(例如下文的第一光束和/或第二光束),调节模块140可以用于调节经照明模块130发射的照明光束的传播路径以使照明光束到达待测物2表面。在一些示例中,照明光束到达待测物2后可以被待测物2反射成为反射光束。

[0046] 在一些示例中,参见图2,测量装置10还可以包括成像模块150。成像模块150可以用于接收经待测物2反射的反射光束。

[0047] 图3是示出了本公开示例所涉及某种待测物2的立体示意图。

[0048] 在一些示例中,待测物2可以包括多个待测区域。需要注意的是,本公开具有相同特征的区域可以指的是一个待测区域。换言之,各个待测区域可以具有不同的特征。在一些示例中,具有相同平面度的部分可以作为一个待测区域。例如,参见图3,若平面P1和平面P2具有相同的平面度,则平面P1和平面P2可以作为一个待测区域;若斜面P3和斜面P4具有相同的倾斜度,则斜面P3和斜面P4可以作为一个待测区域。

[0049] 在另一些示例中,具有相同的反射率的部分可以作为一个待测区域。例如,参见图3,若平面P1和平面P2具有相同的反射率,则平面P1和平面P2可以作为一个待测区域;若斜面P3和斜面P4具有相同的反射率,则斜面P3和斜面P4可以作为一个待测区域。在这种情况下,能够根据预设的特征将非单一结构的待测物2划分为多个待测区域,进而能够便于后续对待测物2进行重建。

[0050] 以下以待测物2包括至少两个待测区域为例具体说明本公开所涉及的重建方法,但本公开并不限于此。可以理解的是,对于包括更多待测区域的待测物2,重复本公开中的部分步骤即可实现与本公开相同的效果。

[0051] 图4是示出了本公开示例所涉及的重建方法的第一种实施例的流程图。

[0052] 在一些示例中,参见图4,重建方法可以包括:获取待测物2在第一光束照明时的多组第一反射光束,基于多组第一反射光束获得多组第一测量信息(步骤S100)、基于多组第一测量信息获取第一目标信息和第二目标信息(步骤S300)、并且基于第一目标信息和第二目标信息重建待测物2(步骤S500)。

[0053] 在步骤S100中,可以获取待测物2在第一光束照明时的多组第一反射光束。在一些示例中,可以在第一光束照明时的照明条件下对待测物2进行测量以获得多组第一反射光束。在一些示例中,多组第一反射光束可以是与多个待测区域一一匹配的光束。换言之,可以获取待测物2在第一光束照明时多个待测区域的反射光束作为多组第一反射光束。例如,若待测物2包括两个待测区域,则可以获得待测物2在第一光束照明时的两组第一反射光束,各组第一反射光束与各个待测区域一一匹配。在这种情况下,能够基于与各个待测区域相匹配的各组第一反射光束重建各个待测区域。

[0054] 在一些示例中,第一光束的强度可以与各个待测区域中的反射率较低的待测区域相关。在一些示例中,待测物2在第一光束照明时可以至少存在一个待测区域不发生曝现象。由此,能够基于不发生曝现象的待测区域的反射光束重建至少一个待测区域。

[0055] 在一些示例中,步骤S100还可以包括基于多组第一反射光束获得多组第一测量信息。在一些示例中,多组第一测量信息可以与多个待测区域相匹配。在这种情况下,能够基于与多个待测区域相匹配的多组第一测量信息重建多个待测区域。

[0056] 图5a是示出了本公开示例所涉及的第一测量信息的第一种实施例的示意图。图5b



是示出了本公开示例所涉及的第一测量信息的第二种实施例的示意图。其中,图5a示出了与未发生曝光现象的待测区域相匹配的第一测量信息,图5b示出了与发生曝光现象的待测区域相匹配的第一测量信息。在本公开中,图5a所示的第一测量信息可以对应反射率较低的待测区域,图5b所示的第一测量信息可以对应反射率较高的待测区域。

[0057] 在一些示例中,第一测量信息可以包括第一反射光束的强度。在一些示例中,可以基于多组第一反射光束的强度获得各个待测区域的高度。由此,能够基于各个待测区域的高度重建多个待测区域进而重建待测物2。

[0058] 在一些示例中,对待测物2进行测量时,显微物镜120可以对待测物2进行纵向扫描以实现对待测物2的各个待测区域的测量。具体而言,在一些示例中,在待测物2的测量过程中,待测物2可以依次位于显微物镜120的负离焦区域、对焦区域、以及正离焦区域;在一些示例中,在待测物2的测量过程中,待测物2可以依次位于显微物镜120的正离焦区域、对焦区域、以及负离焦区域。由此,能够实现对待测物2的测量。

[0059] 在一些示例中,可以基于待测物2位于显微物镜120的对焦区域时的反射光束获得待测物2的高度。

[0060] 参见图5a,在一些示例中,第一测量信息可以包括用于表征第一反射光束的强度(图5a中的纵轴)的且与显微物镜120的负离焦区域相匹配的第一负离焦信息、与显微物镜120的对焦区域相匹配的第一对焦信息、以及与显微物镜120的正离焦区域相匹配的第一正离焦信息。其中,第一对焦信息指的是B1所对应的信息,第一负离焦信息指的是位于B1左侧的信息,第一正离焦信息指的是位于B1右侧的信息。在这种情况下,能够综合第一负离焦信息、第一对焦信息、以及第一正离焦信息更准确地获得各个待测区域的高度,进而能够提高各个待测区域的重建精度。在一些示例中,第一对焦信息可以反映第一反射光束的最大强度。

[0061] 如上所述,测量装置10可以包括成像模块150。在一些示例中,成像模块150可以包括用于将光信号转变为电信号的成像元件。具体而言,成像元件可以接收第一反射光束。在一些示例中,成像元件可以接收第一反射光束并将第一反射光束转变为电信号。在一些示例中,成像元件还可以用于将第一反射光束转变为电信号后,再按照预定系数将电信号转变为数字信号。

[0062] 在一些示例中,基于第一反射光束获得的数字信号可以用于表征第一反射光束的强度。在一些示例中,用于反映第一反射光束的强度的数字信号可以是灰度值。也即,第一测量信息包括的第一反射光束的强度可以用灰度值体现。

[0063] 参见图5a,在一些示例中,第一测量信息还可以包括与第一反射光束相匹配的待测区域的高度(图5a中的横轴)。在一些示例中,测量装置10还可以包括位置记录模块。在一些示例中,待测区域的高度可以是基于位置记录模块的读数获得。在一些示例中,位置记录模块可以是光栅尺、PTZ(压电陶瓷)等器件。

[0064] 通常而言,成像元件接收光信号的强度范围可以称为动态范围,若反射光束的强度超出上述动态范围,则成像元件不能准确地将反射光束的强度呈现。

[0065] 在一些示例中,对于反射率较高的待测区域,若其反射光束的强度超出成像元件的动态范围,则与其相匹配的第一测量信息可以如图5b所示。可以参见图5b,出于成像元件的动态范围的限制,对于反射率较高的待测区域,其第一测量信息具有“平顶”的趋势。也

即,对于强度超出成像元件的动态范围之外的反射光束,成像元件以其动态范围的上限反映。

[0066] 在一些示例中,当待测区域出现过曝现象时,与其相匹配的第一测量信息不能完整地体现。例如,图5b示出了第一测量信息中与显微物镜120的负离焦区域相匹配的部分第一负离焦信息和与显微物镜120的正离焦区域相匹配的部分第一正离焦信息。这是由于待测区域越靠近显微物镜120的对焦区域,待测区域的反射光束的强度越强,这将导致靠近第一对焦信息的第一负离焦信息、以及靠近第一对焦信息的第一正离焦信息越大,当第一负离焦信息、第一对焦信息、以及第一正离焦信息超出成像元件的动态范围时,在图5b中均以成像元件的动态范围的上限呈现。

[0067] 如上所述,重建方法可以包括步骤S300,在步骤S300中,可以基于多组第一测量信息获取第一目标信息和第二目标信息。如上所述,可以基于多组第一反射光束获得多组第一测量信息。在一些示例中,第一预设值可以如图5a和图5b中的I1所示。

[0068] 在一些示例中,可以令小于第一预设值的第一测量信息为第一目标信息。在本公开中,当第一测量信息中的第一对焦信息小于第一预设值,即可认为第一测量信息小于第一预设值;当第一测量信息中的第一对焦信息不小于第一预设值,即可认为第一测量信息不小于第一预设值。也就是说,在一些示例中,可以令包括小于第一预设值的第一反射光束的强度的第一测量信息为第一目标信息。换言之,可以令包括第一反射光束的最大强度小于第一预设值的第一测量信息为第一目标信息(例如图5a所示的第一测量信息)。由此,能够通过判断第一反射光束的强度是否小于第一预设值以获得第一目标信息。

[0069] 在一些示例中,在第一光束照明时的测量条件下,反射率最低的待测区域的第一反射光束的强度可以大于背景噪声。由此,能够实现对待测物2完整且准确的测量。

[0070] 在一些示例中,可以令不小于第一预设值的第一测量信息为第二目标信息。也就是说,可以令包括不小于第一预设值的第一反射光束的强度的第一测量信息为第二目标信息。换言之,在一些示例中,可以令包括第一反射光束的最大强度不小于第一预设值的第一测量信息为第二目标信息(例如图5b所示的第一测量信息)。由此,能够通过判断第一反射光束的强度是否不小于第一预设值以获得第二目标信息。

[0071] 在一些示例中,第一目标信息中的第一对焦信息可以小于第一预设值。在一些示例中,第二目标信息中的第一对焦信息可以不小于第一预设值。由此,能够通过判断第一对焦信息与第一预设值之间的关系快速且直接地获得第一目标信息和第二目标信息。

[0072] 在一些示例中,第一预设值可以与接收第一反射光束和第二反射光束的成像元件相关。优选地,可以与成像元件的动态范围相关。在这种情况下,能够通过成像元件直观地判断待测区域的反射光束(第一反射光束和第二反射光束)的强度与第一预设值之间的关系,由此,能够快速获得第一目标信息、第二目标信息、以及第三目标信息(后续描述)。

[0073] 在一些示例中,第一预设值可以不大于成像元件的动态范围。假设成像元件的动态范围为0至255,则理想情况下,第一预设值可以为255。然而在实际测量过程中,考虑到环境因素等影响,可以根据实际测量要求将与255相差预定值的数值作为第一预设值,例如,第一预设值可以为230、240、245、250等。但本公开不限于此,第一预设值可以根据成像元件的动态范围和实际测量需求设定为任意数值。

[0074] 如上所述,在一些示例中,重建方法还可以包括基于第一目标信息和第二目标信

息重建待测物2(步骤S500)。

[0075] 在一些示例中,可以令与第一目标信息相匹配的待测区域为第一区域,与第二目标信息相匹配的待测区域为第二区域,令基于第一目标信息获得第一区域的高度作为第一高度,令基于第二目标信息获得所述第二区域的高度作为第二高度。在一些示例中,可以基于第一高度和第二高度获得目标图像。在这种情况下,通过单次测量即可重建待测物2,由此,能够提升测量效率。在一些示例中,可以获得目标图像以重建待测物2。

[0076] 参见图5a,在一些示例中,可以基于第一对焦信息获得第一高度(例如图5a中的Z1可以表示第一高度)。在这种情况下,对于未发生曝光现象的待测区域(即第一区域),能够通过观察第一对焦信息出现时所对应的高度获得第一高度,由此,能够便于后续重建待测物2。

[0077] 图6是示出了本公开示例所涉及的获得第二高度的示意图。

[0078] 由于成像元件的动态范围的限制,无论第二目标信息中的第一对焦信息有多大,其在测量结果中只能以动态范围的上限呈现出来。换言之,第二目标信息中的第一对焦信息不能以其真实值呈现在测量结果中。因此,在一些示例中,可以基于第二目标信息中小于第一预设值的第一负离焦信息和第一正离焦区域获得第二高度。由此,在保持高效测量的同时还能够获得第二高度。

[0079] 参见图6,在一些示例中,可以基于第二目标信息中小于第一预设值的第一负离焦信息获得第一直线L1,基于第二目标信息中小于第一预设值的第一正离焦信息获得第二直线L2,并且,基于第一直线L1和第二直线L2获得第二高度。由此,通过拟合两条直线(第一直线L1和第二直线L2)的方式并基于两条直线能够获得第二高度。

[0080] 在一些示例中,对于反射率较高的待测区域,越远离显微物镜120的对焦区域时,其测量信息的精度可以越高。因此,基于远离第一对焦信息的第一负离焦信息和第一正离焦信息用于拟合两条直线可以获得更高精度的第二高度。

[0081] 在一些示例中,可以基于第一直线L1和第二直线L2的交点获得第二高度。具体而言,在一些示例中,可以认为第一直线L1和第二直线L2的交点B2为第一对焦信息,第一对焦信息对应的高度可以是第二高度(例如图6中的Z2可以表示第二高度)。在这种情况下,由于用于拟合第一直线L1的第一负离焦信息和用于拟合第二直线L2的正离焦信息的测量误差较小,因此基于第一直线L1和第二直线L2获得的第二高度能够更加精确地反映第二区域的相对高度。

[0082] 在一些示例中,对于第一目标信息,也可以基于远离第一对焦信息的第一负离焦信息和第一正离焦信息拟合两条直线以获得第一高度。在这种情况下,能够提高对第一区域的测量精度,进而能够提高后续对待测物2的重建精度。

[0083] 可以理解的是,本公开的第一高度对应的是第一区域所有点的高度(可以相同,也可以不相同),并不应当理解为单个值。第二高度,第三高度同理。

[0084] 图7是示出了本公开示例所涉及的重建方法的第二种实施例的流程图。

[0085] 在一些示例中,参见图7,重建方法可以包括:获取待测物2在第一光束照明时的多组第一反射光束,基于多组第一反射光束获得多组第一测量信息(步骤S200)、获取待测物2在第二光束照明时的多组第二反射光束,基于多组第二反射光束获取多组第二测量信息(步骤S400)、基于多组第一反射光束获取第一目标信息,基于多组第二反射光束获取第三

目标信息(步骤S600)、并且基于第一目标信息和第三目标信息重建待测物2(步骤S800)。在这种情况下,利用不同的照明光束对待测物2进行多次测量,能够获得待测物2在不同的照明光束下的反射光束,进而能够综合不同的反射光束对待测物2进行重建以提高对待测物2的重建精度。

[0086] 在一些示例中,步骤S200可以与上述重建方法的第一种实施例中的步骤S100中的获取多组第一测量信息相同,在此不再赘述。

[0087] 在一些示例中,在步骤S400中,可以获得待测物2在第二光束照明时的多组第二反射光束。在一些示例中,可以在第二光束照明时的照明条件下对待测物2进行测量以获得多组第二反射光束。在一些示例中,多组第二反射光束可以是与多个待测区域相匹配的光束。换言之,可以获取待测物2在第二光束照明时多个待测区域的反射光束作为多组第二反射光束。需要注意的是,步骤S400中的多个待测区域与步骤S100中的多个待测区域可以是相同的。由此,能够基于与各个待测区域相匹配的第二反射光束重建各个待测区域。

[0088] 在一些示例中,可以通过调节照明模块130发射的照明光束的强度以获得第二光束。在一些示例中,第二光束的强度可以小于第一光束的强度。在这种情况下,能够降低反射率较高的待测区域发生过曝现象的可能性。

[0089] 在一些示例中,可以通过调节照明模块130并观察成像元件的状态以确定第二光束的强度,当观察到成像元件接收的各组反射光束的强度未超出动态范围时,则可以确定第二光束的强度。在一些示例中,可以借助外接软件或设备观察成像元件的状态。由此,能够便于确定第二光束的强度。

[0090] 在一些示例中,待测物2在第二光束照明时的测量条件下可以没有待测区域发生过曝现象。在这种情况下,成像元件能够接收并将各组能够反映第二反射光束的强度的测量信息完整地呈现。

[0091] 图8是示出了本公开示例所涉及的第二测量信息的示意图。

[0092] 在一些示例中,步骤S400还可以包括基于多组第二反射光束获得多组第二测量信息。在一些示例中,多组第二测量信息可以与多个待测区域相匹配。在这种情况下,能够基于与多个待测区域相匹配的多组第一测量信息重建多个待测区域。在一些示例中,待测区域的第一反射光束和第二反射光束可以具有较高的信噪比。由此,能够提高待测区域的测量精度。

[0093] 在一些示例中,第二测量信息可以包括第二反射光束的强度(图8中的纵轴)。在一些示例中,可以基于多组第二反射光束的强度获得各个待测区域的高度。由此,能够基于各个待测区域的高度重建多个待测区域进而重建待测物2。在一些示例中,第二测量信息还可以包括与第二反射光束相匹配的待测区域的高度(图8中的横轴Z)。

[0094] 为了更清楚说明本公开,图8示意性地将两个待测区域的第二测量信息整合至一张图中,并且,图8中的强度较高的第二测量信息可以与图5b中的第一测量信息相对应,强度较低的第二测量信息可以与图5a中的部分第一测量信息相对应。此处的相对应可以指的是对应相同的待测区域。

[0095] 参见图8,在一些示例中,第二测量信息可以包括与显微物镜120的负离焦区域相匹配的第二负离焦信息、与显微物镜120的对焦区域相匹配的第二对焦信息、以及与显微物镜120的正离焦区域相匹配的第二正离焦信息。其中,第二对焦信息指的是B3所对应的信

息,第一负离焦信息指的是位于B3左侧的信息,第一正离焦信息指的是位于B3右侧的信息。在这种情况下,能够综合第二负离焦信息、第二对焦信息、以及第二正离焦信息更准确地获得各个待测区域的高度,进而能够提高各个待测区域的重建精度。在一些示例中,第二对焦信息可以反映第二反射光束的最大强度。

[0096] 在一些示例中,在步骤S600中,可以基于多组第一反射光束获取第一目标信息。在一些示例中,步骤S600中获取第一目标信息可以与第一种实施例中的步骤S300中的获取第一目标信息相同,在此不再赘述。在一些示例中,基于多组第一反射光束获取第一目标信息可以包括在步骤S200中。

[0097] 在一些示例中,步骤S600还可以包括基于多组第二反射光束获得第三目标信息。在一些示例中,基于多组第二反射光束获得第三目标信息可以包括在步骤S400中。如上所述,可以基于多组第二反射光束获得多组第二测量信息。在一些示例中,可以令小于第一预设值的第二测量信息为第三目标信息。在一些示例中,第三目标信息还可以大于第二预设值。在一些示例中,可以令小于第一预设值并且大于第二预设值的第二测量信息为第三目标信息。也就是说,可以令包括小于第一预设值且大于第二预设值的第二反射光束的强度的第二测量信息为第三目标信息。换言之,可以令包括第二反射光束的最大强度小于第一预设值且大于第二预设值的第二测量信息为第三目标信息,例如,可以参见图8,左侧靠近坐标原点的第二测量信息不属于第三目标信息,右侧远离坐标原点的第二测量信息属于第三目标信息。在这种情况下,能够通过判断第二测量信息是否小于第一预设值并且大于第二预设值以方便又准确地获得第三目标信息。

[0098] 在一些示例中,第三目标信息中的第二对焦信息可以小于第一预设值且大于第二预设值。由此,能够通过判断第二对焦信息与第一预设值、第二预设值之间的关系快速且直接地获得第三目标信息。

[0099] 在一些示例中,第二预设值可以与待测物2的测量环境相关。在一些示例中,第二预设值可以是背景噪声。在一些示例中,第二预设值可以根据实际测量需求设定为大于背景噪声的数值。

[0100] 如上所述,重建方法还可以包括步骤S800,在步骤S800中,可以基于第一目标信息和第三目标信息重建待测物2。

[0101] 图9a是示出了本公开示例所涉及的某种待测物2的简化示意图。图9b是示出了本公开示例所涉及的第一图像的简化示意图。图9c是示出了本公开示例所涉及的第三图像的简化示意图。

[0102] 如上所述,可以基于第一目标信息获得第一高度。在一些示例中,可以基于第三目标信息获得第三高度。令与第三目标信息相匹配的待测区域为第三区域,令基于第三目标信息获得第三区域的高度作为第三高度。

[0103] 在一些示例中,可以基于第二对焦信息获得第三高度(例如图8中的Z3可以表示第三高度)。在这种情况下,能够通过观察第三目标信息的第二对焦信息出现时所对应的高度获得第三高度,由此,能够便于后续重建待测物2。

[0104] 在一些示例中,对于结构较为复杂的待测物2,可以存在部分待测物2区域的第一测量信息属于第一目标信息,第二测量信息属于第三目标信息的情况。换言之,即存在部分待测区域在第一光束照明时未发生曝光现象;在第二光束照明时也发生曝光现象,同时,其

反射光束的强度不低于第二预设值。在这种情况下,由于第一目标信息与第一区域相匹配,第三目标信息与第三区域相匹配,则第一区域和第三区域可以存在部分相同的区域,也即重合区域。

[0105] 参见图9a,在一些示例中,待测物2可以包括待测区域Q1、待测区域Q2、以及待测区域Q3三个待测区域,假设与第一目标信息相匹配的待测区域(即在第一光束照明时未发生曝光现象的待测区域,也称第一区域Q12)为待测区域Q1和待测区域Q2,与第三目标信息相匹配的待测区域(也称第三区域Q23)为待测区域Q2和待测区域Q3,则待测区域Q2可以是重合区域。

[0106] 在一些示例中,可以基于第一高度和第三高度获得目标图像。在一些示例中,可以基于第一高度获得与第一区域相匹配的第一图像,例如可以参见图9b,与第一区域Q12相匹配的第一图像P12可以如图所示。在一些示例中,可以基于第三高度获得与第三区域Q23相匹配的第三图像P23,例如可以参见图9c,与第三区域Q23相匹配的第三图像P23可以如图9c所示。

[0107] 在一些示例中,可以基于第一图像和第三图像获得目标图像。在一些示例中,目标图像可以是与待测物2相匹配的图像。在这种情况下,利用不同强度的照明光束对待测物2进行两次照明并测量,能够分别使第一区域的反射光束的强度和第三区域的反射光束的强度小于第一预设值,进而能够先后获得第一图像和第三图像并基于第一图像和第三图像获得目标图像,由此,能够降低因测量失误导致待测区域的反射光束的强度大于第一预设值进而引起测量结果出现误差的几率。

[0108] 如上所述,第一区域和第三区域可以有重合区域。在一些示例中,可以基于第一目标信息和第三目标信息判断第一区域和第三区域是否有重合区域。在一些示例中,可以基于第一图像和第三图像判断第一区域和第三区域是否有重合区域。

[0109] 在一些示例中,令第一区域和第三区域中重合的区域为重合区域(例如图9a中的待测区域Q2),令第一图像中与重合区域相匹配的部分为第一重合图像(例如图9b中的第一重合图像Q21),令第三图像中与重合区域相匹配的部分为第三重合图像(例如图9c中的第三重合图像Q22),基于第一重合图像和第三重合图像可以将第一图像和第三图像对齐并融合第一图像和第三图像以获得目标图像。在这种情况下,基于第一重合图像和第三重合图像能够将第一图像和第三图像对齐以更精确地获得目标图像,由此,能够提升对待测物2的重建精度。

[0110] 令与重合区域相匹配的第一目标信息获得的高度为第一重合高度,令与重合区域相匹配的第三目标信息获得的高度为第三重合高度。在一些示例中,在目标图像中,重合区域的高度可以为第一重合高度与第三重合高度的平均值。在这种情况下,通过将多次的测量结果取平均值的能够提高的对待测物2的综合测量精度,进而能够提高对待测物2的重建精度。

[0111] 图10是示出了本公开示例所涉及的重建方法的第三种实施例的流程图。

[0112] 参见图10,在本实施例中,重建方法可以包括获取待测物2在第一光束照明时的多组第一反射光束(步骤S910)、基于多组第一反射光束获取第一目标信息和第二目标信息(步骤S930)、获取待测物2在第二光束照明时的多组第二反射光束(步骤S950)、基于多组第二反射光束获取第三目标信息(步骤S970)、并且基于第一目标信息、第二目标信息、以及第

三目标信息中的至少两项获得目标图像以重建待测物2(步骤S990)。

[0113] 在一些示例中,步骤S910、S930、S950、S970的内容可以与上述两种实施例的相关内容相同,在此不再赘述。

[0114] 如上所述,可以基于第一目标信息获得第一高度、基于第二目标信息获得第二高度、并且基于第三目标信息获得第三高度。在一些示例中,可以基于第一高度、第二高度、以及第三高度中的至少两项获得目标图像。由此,能够根据实际测量需求自主选用合适的测量结果以达到快速并精确地重建待测物2。

[0115] 在另一些示例中,步骤S990基于第一高度、第二高度、以及第三高度获得目标图像时,可以将第一种实施例中的步骤S500中获得的目標图像和第二种实施例中的步骤S800中获得的目標图像进行融合。由此,能够提高重建精度。

[0116] 另外,本公开还提供了一种重建装置,重建装置可以用于实施上述重建方法。在一些示例中,重建装置可以包括接收模块、筛选模块、以及处理模块。其中,各个模块可以信号连接。

[0117] 在一些示例中,接收模块可以用于接收测量装置测量获得的第一测量信息和/或第二测量信息。在一些示例中,筛选模块可以根据预设的第一预设值从第一测量信息中筛选第一目标信息和第二目标信息。在一些示例中,筛选模块可以从第一测量信息中筛选第一目标信息,并从第二测量信息中筛选第三目标信息。在一些示例中,处理模块可以基于接收到的第一目标信息和第二目标信息对待测物2进行重建。在一些示例中,处理模块可以基于接收到的第一目标信息和第三目标信息对待测物2进行重建。在一些示例中,处理模块可以基于接收到的第一目标信息、第二目标信息、以及第三目标信息对待测物2进行重建。

[0118] 可以理解的是,本公开并不对照明光束的调节次数做出限制,在一些示例中,对于结构更复杂的待测物2,在能够保持各个待测区域的反射光束至少具有一次较高的信噪比的前提下,可以多次调节照明光束的强度以对待测物2进行多次测量直至待测物2的每一个待测区域不发生曝光现象。由此,能够提高待测物2的重建精度。

[0119] 在本公开中,通过利用不同强度的照明光束(第一光束和第二光束)对待测物2进行多次测量,能够获得不同测量条件下的待测物2的测量结果分别作为第一测量信息和第二测量信息,并且,通过综合第一测量信息和第二测量信息两次测量结果对待测物2进行重建能够提高待测物2的重建精度。

[0120] 虽然以上结合附图和示例对本公开进行了具体说明,但是可以理解,上述说明不得以任何形式限制本公开。本领域技术人员在不偏离本公开的实质精神和范围的情况下可以根据需要对本公开进行变形和变化,这些变形和变化均落入本公开的范围內。

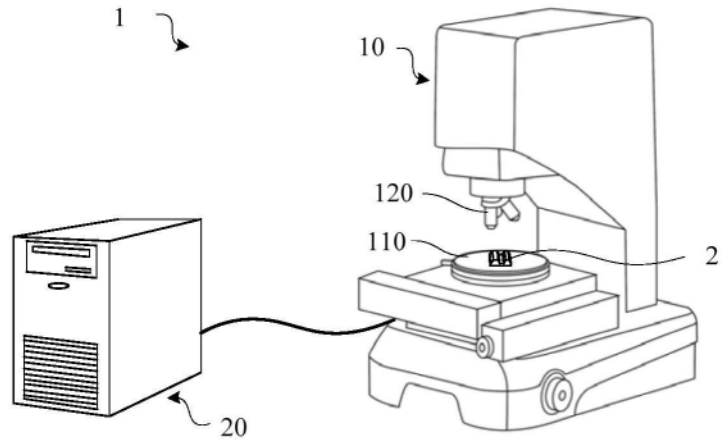


图1



图2



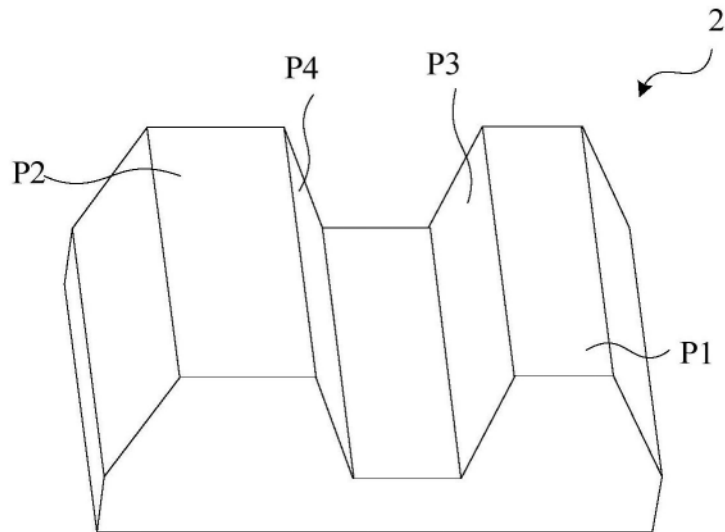


图3

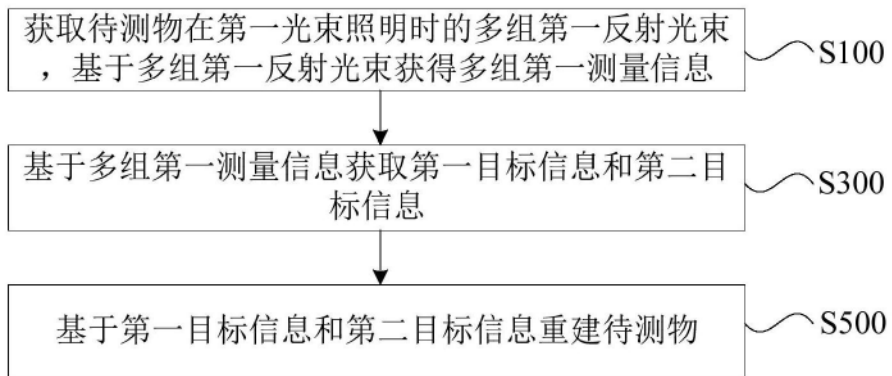


图4

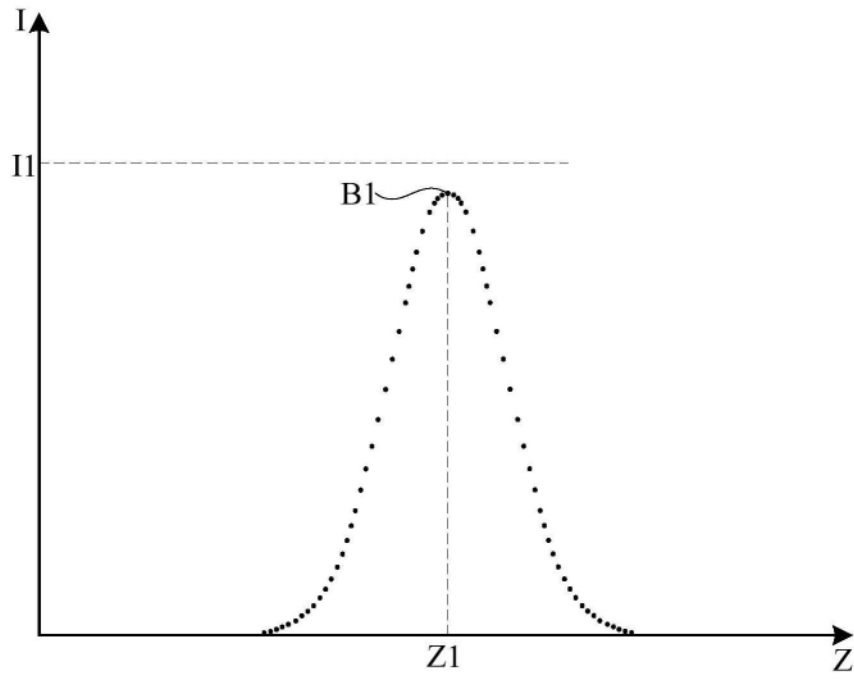


图5a

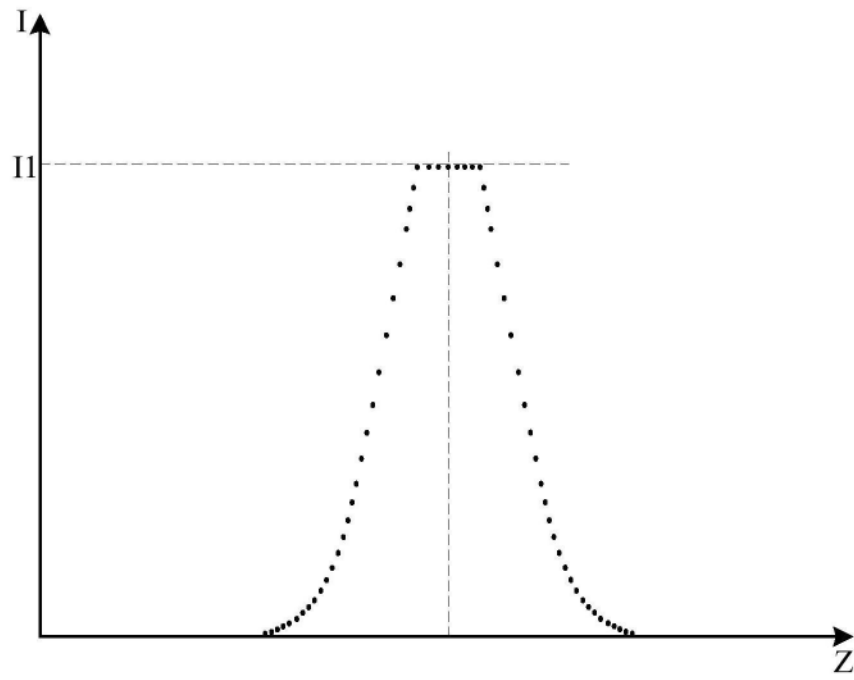


图5b

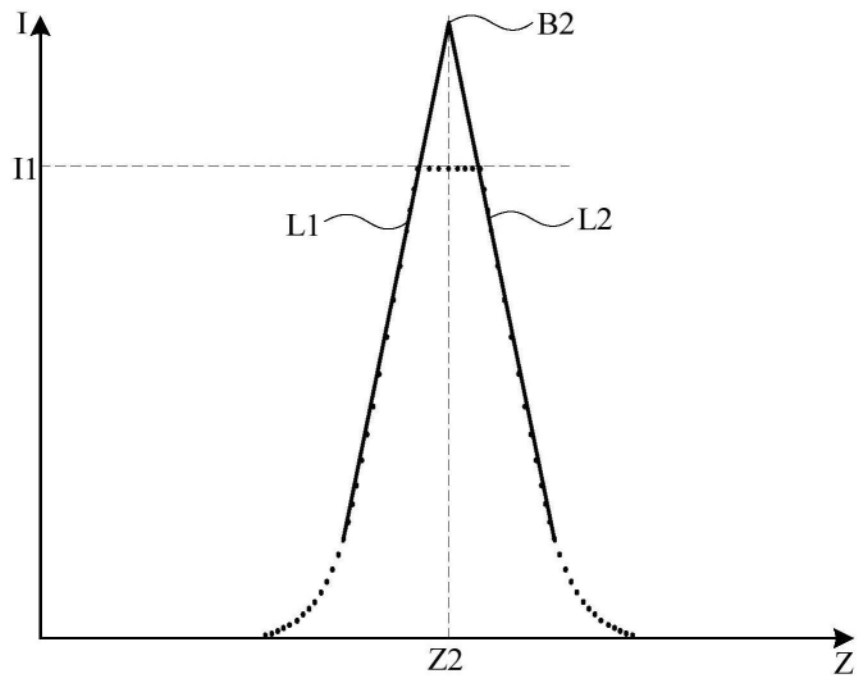


图6

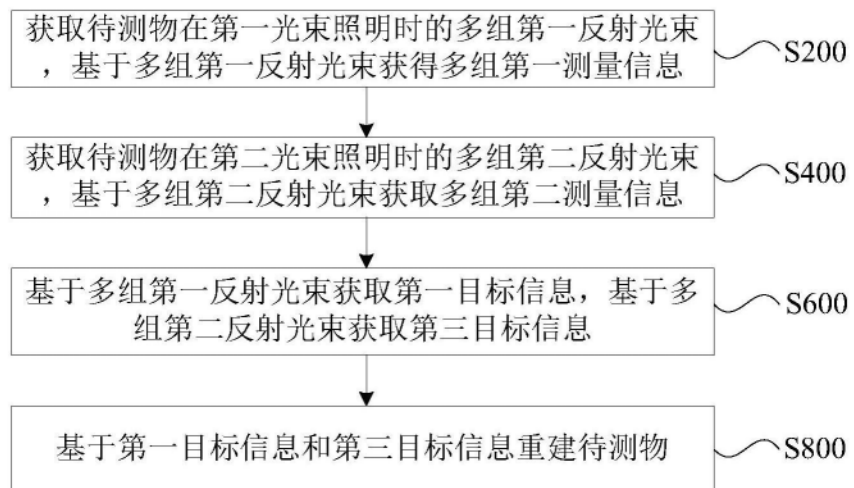


图7

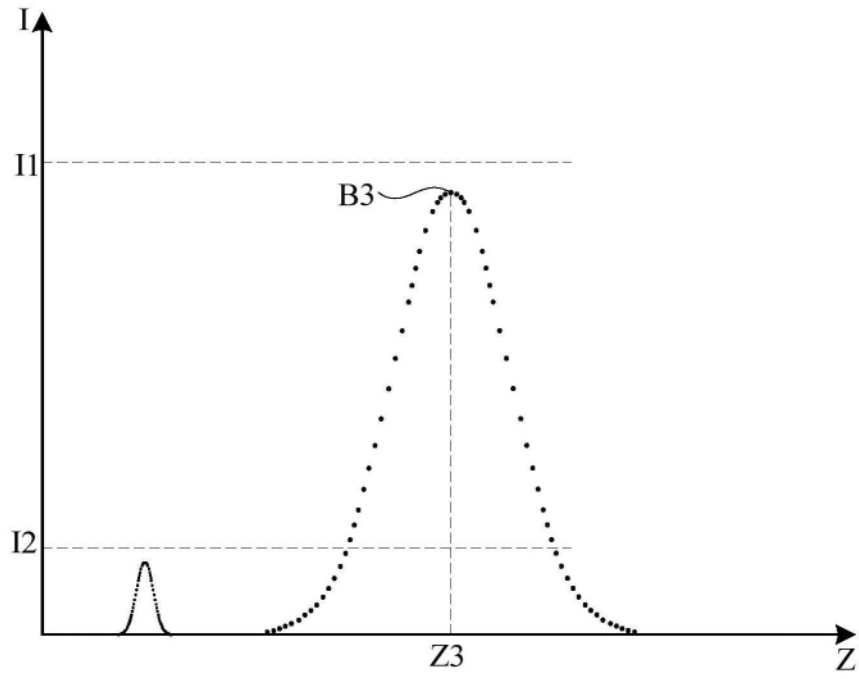


图8

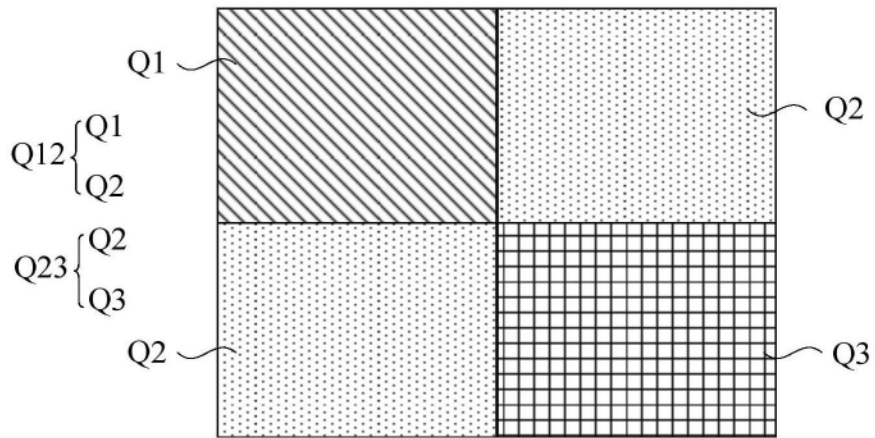


图9a

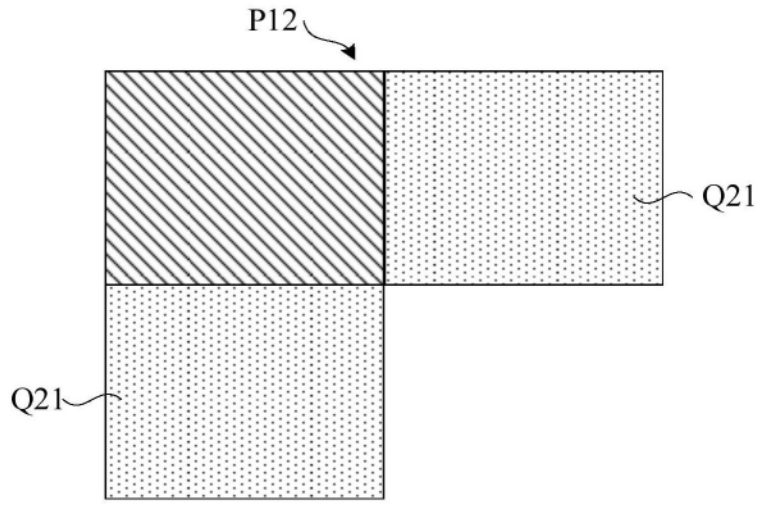


图9b

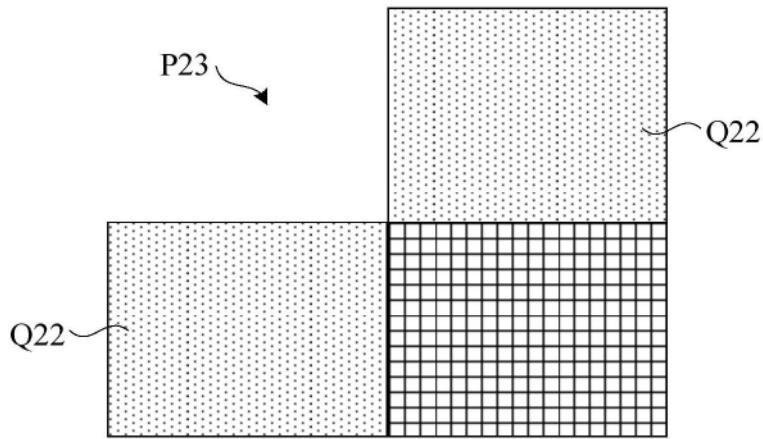


图9c

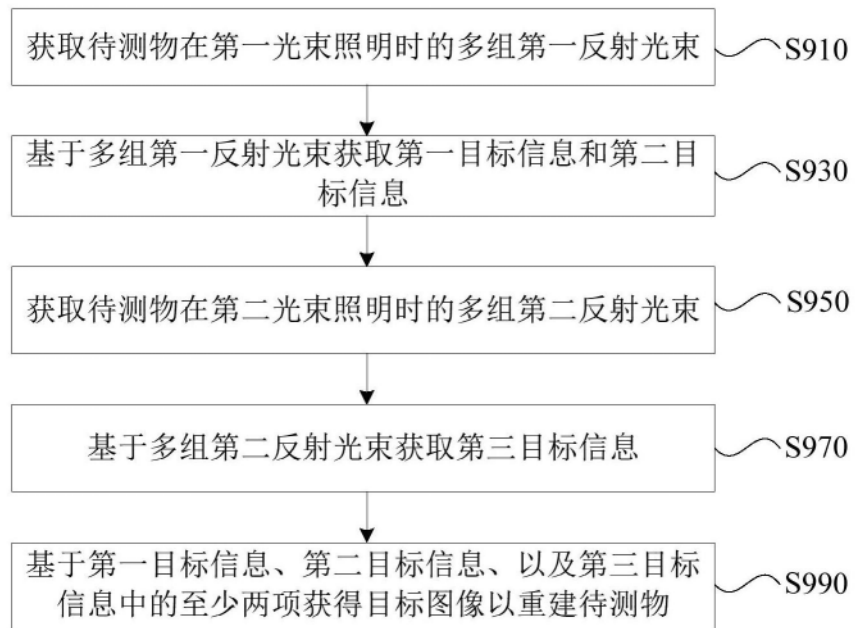


图10