



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110186927 B

(45) 授权公告日 2022.03.04

(21) 申请号 201910026835.7

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.01.11

G01N 21/88 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110186927 A

(56) 对比文件

CN 1350202 A, 2002.05.22

(43) 申请公布日 2019.08.30

US 7193697 B2, 2007.03.20

(30) 优先权数据

JP 2009264862 A, 2009.11.12

2018-030930 2018.02.23 JP

JP 2014096253 A, 2014.05.22

(73) 专利权人 欧姆龙株式会社

WO 2007026690 A1, 2007.03.08

地址 日本京都府京都市下京区盐小路通堀
川东入南不动堂町801番地 (邮政编
码:600-8530)

审查员 张银平

(72) 发明人 加藤豊 稲积伸悟

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理
有限公司 11205

代理人 杨文娟 臧建明

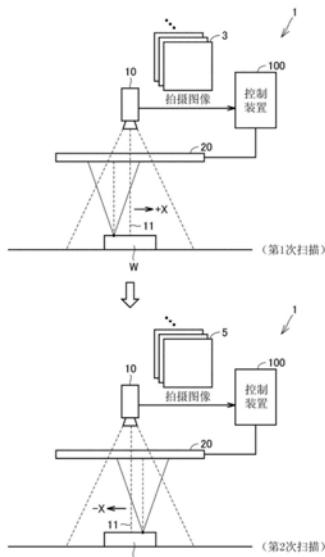
权利要求书3页 说明书18页 附图17页

(54) 发明名称

图像检查装置以及图像检查方法

(57) 摘要

本发明提供一种不需要摄像部与照明装置之间的校准,而能够进行对象物的检查的图像检查装置以及图像检查方法。图像检查装置包括:摄像部,拍摄对象物;透光性的照明部,配置在对象物与摄像部之间;以及控制部,构成为控制摄像部及照明部。照明部在第1扫描中从第1方向朝对象物照射光,并且使光进行扫描,在第2扫描中从第2方向朝对象物照射光,并且使光进行扫描。摄像部在第1及第2扫描的期间拍摄对象物。控制部根据在照明部的第1扫描及第2扫描时所拍摄的对象物的图像,确定对于对象物表面的测定点进行照明时的照明部的发光位置,并基于所确定的发光位置与第1方向及第2方向,来算出直至测定点为止距离。



1. 一种图像检查装置，其特征在于，包括：

摄像部，拍摄对象物；

透光性的照明部，配置在所述对象物与所述摄像部之间，具有朝向所述对象物照射光的发光面，且构成为能控制所述发光面中的发光位置及所述光的照射方向；以及

控制部，构成为控制所述摄像部及所述照明部，

所述控制部在所述照明部的第1扫描中，使所述照明部从第1方向朝所述对象物照射光，并且使所述发光面中的所述发光位置发生变化，由此来使所述光进行扫描，在所述第1扫描的期间，使所述摄像部拍摄所述对象物，所述第1方向为与所述摄像部的光轴成规定角度的方向，

在所述照明部的第2扫描中，使所述照明部从与所述第1方向相反的第2方向朝所述对象物照射所述光，并且使所述发光面中的所述发光位置发生变化，由此来使所述光进行扫描，在所述第2扫描的期间，使所述摄像部拍摄所述对象物，

所述控制部根据在所述第1扫描及所述第2扫描时所拍摄的所述对象物的图像，确定对所述对象物表面的测定点进行照明时的所述照明部的所述发光位置，并基于所确定的发光位置与所述第1方向及所述第2方向，来算出从所述发光面直至所述测定点为止的距离。

2. 根据权利要求1所述的图像检查装置，其特征在于，

所述摄像部在所述第1扫描时多次拍摄所述对象物，以制作多个第1拍摄图像，在所述第2扫描时多次拍摄所述对象物，以制作多个第2拍摄图像，

所述控制部根据所述多个第1拍摄图像来制作第1处理图像，所述第1处理图像具有与第1发光位置相关的信息，所述第1发光位置是用于对所述对象物的所述测定点进行照明的所述发光位置，

所述控制部根据所述多个第2拍摄图像来制作第2处理图像，所述第2处理图像具有与第2发光位置相关的信息，所述第2发光位置是用于对所述对象物的所述测定点进行照明的所述发光位置，

所述控制部根据所述第1处理图像中所含的所述第1发光位置的信息、所述第2处理图像中所含的所述第2发光位置的信息、所述第1方向及所述第2方向，来算出所述距离。

3. 根据权利要求2所述的图像检查装置，其特征在于，

在所述第1扫描及所述第2扫描中，所述照明部将线状的所述光照射至所述对象物，

所述控制部根据所述多个第1拍摄图像，将与所述测定点对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部的所述发光位置决定为所述第1发光位置，并使所述第1发光位置包含在像素的信息中，由此来制作所述第1处理图像，

所述控制部根据所述多个第2拍摄图像，将与所述测定点对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部的所述发光位置决定为所述第2发光位置，并使所述第2发光位置包含在像素的信息中，由此来制作所述第2处理图像。

4. 根据权利要求2所述的图像检查装置，其特征在于，

在所述第1扫描及所述第2扫描中，所述照明部将条纹图形的所述光照射至所述对象物，且使所述条纹图形的相位发生变化，由此来产生与所述光的扫描等价的状态，

所述控制部根据所述多个第1拍摄图像，使所述条纹图形的第1相位的信息作为与所述第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作所述第1处理图像，

所述控制部根据所述多个第2拍摄图像，使所述条纹图形的第2相位的信息作为与所述第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作所述第2处理图像。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的图像检查装置，其特征在于，

所述照明部包括：

多个发光部，排列成矩阵状，且构成为能选择性地发光；以及

光学系统，构成为，将从所述多个发光部的各个发出的所述光的所述照射方向，控制为与各所述多个发光部的位置对应的方向。

6. 根据权利要求5所述的图像检查装置，其特征在于，

所述光学系统包含与所述多个发光部分别相向地设置的多个微透镜。

7. 根据权利要求6所述的图像检查装置，其特征在于，

所述多个微透镜被配置成，所述多个微透镜中的至少一部分微透镜的光轴与跟所述至少一部分微透镜相向的发光部的光轴偏离。

8. 根据权利要求7所述的图像检查装置，其特征在于，

所述照明部被划分为多个照明要素，

在所述多个照明要素中的至少一个照明要素中，所述至少一部分微透镜以比所述发光部的间距小的间距而配置。

9. 根据权利要求6所述的图像检查装置，其特征在于，

所述多个微透镜被配置成，所述多个微透镜中的至少一部分微透镜的光轴相对于跟所述至少一部分微透镜相向的发光部的光轴而倾斜。

10. 根据权利要求6所述的图像检查装置，其特征在于，

所述照明部还包括遮光部，所述遮光部构成为，遮挡从所述多个发光部出射的光中的、从所述多个微透镜各自的周围泄漏的光。

11. 一种图像检查方法，是图像检查装置的图像检查方法，所述图像检查装置包括：摄像部，拍摄对象物；透光性的照明部，配置在所述对象物与所述摄像部之间，具有朝向所述对象物照射光的发光面，且构成为能控制所述发光面中的发光位置及所述光的照射方向；以及控制部，构成为控制所述摄像部及所述照明部，所述图像检查方法的特征在于包括下述步骤：

在第1扫描中，所述照明部从第1方向朝所述对象物照射光，并且使所述发光面中的所述发光位置发生变化，由此来使所述光进行扫描，在所述第1扫描的期间，所述摄像部拍摄所述对象物，所述第1方向为与所述摄像部的光轴成规定角度的方向；

在第2扫描中，所述照明部从与所述第1方向相反的第2方向朝所述对象物照射所述光，并且使所述发光面中的所述发光位置发生变化，由此来使所述光进行扫描，在所述第2扫描的期间，所述摄像部拍摄所述对象物；以及

所述控制部根据在所述第1扫描及所述第2扫描时所拍摄的所述对象物的图像，确定对所述对象物表面的测定点进行照明时的所述照明部的所述发光位置，并基于所确定的发光位置与所述第1方向及所述第2方向，来算出从所述发光面直至所述测定点为止的距离。

12. 根据权利要求11所述的图像检查方法，其特征在于，

在所述第1扫描的期间所述摄像部拍摄所述对象物的步骤包括：所述摄像部多次拍摄所述对象物，以制作多个第1拍摄图像的步骤，

在所述第2扫描的期间所述摄像部拍摄所述对象物的步骤包括：所述摄像部多次拍摄所述对象物，以制作多个第2拍摄图像的步骤，

算出所述距离的步骤包括下述步骤：

所述控制部根据所述多个第1拍摄图像来制作第1处理图像，所述第1处理图像具有与第1发光位置相关的信息，所述第1发光位置是用于对所述对象物的所述测定点进行照明的所述发光位置；

所述控制部根据所述多个第2拍摄图像来制作第2处理图像，所述第2处理图像具有与第2发光位置相关的信息，所述第2发光位置是用于对所述对象物的所述测定点进行照明的所述发光位置；以及

根据所述第1处理图像中所含的所述第1发光位置的信息、所述第2处理图像中所含的所述第2发光位置的信息、所述第1方向及所述第2方向，来算出所述距离。

13. 根据权利要求12所述的图像检查方法，其特征在于，

所述照明部朝所述对象物照射所述光的步骤包括：所述照明部将线状图形的所述光照射至所述对象物的步骤，

制作所述第1处理图像的步骤包括下述步骤，即，所述控制部根据所述多个第1拍摄图像，将与所述测定点对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部的所述发光位置决定为所述第1发光位置，并使所述第1发光位置包含在像素的信息中，由此来制作所述第1处理图像，

制作所述第2处理图像的步骤包括下述步骤，即，所述控制部根据所述多个第2拍摄图像，将与所述测定点对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部的所述发光位置决定为所述第2发光位置，并使所述第2发光位置包含在像素的信息中，由此来制作所述第2处理图像。

14. 根据权利要求12所述的图像检查方法，其特征在于，

所述照明部朝所述对象物照射所述光的步骤包括下述步骤，即，所述照明部将条纹图形的所述光照射至所述对象物，且使所述条纹图形的相位发生变化，由此来产生与所述光的扫描等价的状态，

制作所述第1处理图像的步骤包括下述步骤，即，所述控制部根据所述多个第1拍摄图像，使所述条纹图形的第1相位的信息作为与所述第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作所述第1处理图像，

制作所述第2处理图像的步骤包括下述步骤，即，所述控制部根据所述多个第2拍摄图像，使所述条纹图形的第2相位的信息作为与所述第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作所述第2处理图像。

图像检查装置以及图像检查方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用拍摄图像来检查对象物的图像检查装置以及图像检查方法。

背景技术

[0002] 在工厂自动化(Factory Automation, FA)领域等中,已知一边对于对象物进行照明一边进行拍摄,并使用所获得的拍摄图像来检查对象物的外观。

[0003] 例如,日本专利特开2017-62120号公报(专利文献1)揭示了一种使用照明装置的检查系统,所述照明装置包括面光源、以及配置在面光源与检查对象之间的透镜(lens)、遮光罩(mask)及滤光片(filter)。此系统中,通过透镜、遮光罩及滤光片,大致均匀地形成对检查对象的各点照射的检查光的照射立体角。由此,能够均匀地照射整个视野,对象物的检查精度提高。

[0004] [现有技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] 专利文献1:日本专利特开2017-62120号公报

发明内容

[0007] [发明所要解决的问题]

[0008] 根据以往的方法,在检查对象物时,必须预先掌握照明装置相对于摄像部(摄像机(camera))的相对位置。因此,在检查对象物之前,必须进行用于决定摄像部与照明装置之间的相对位置的调整(校准(calibration))。但是,考虑到用户的易用性的观点,理想的是尽可能不需要校准。

[0009] 本发明的目的在于提供一种不需要摄像部与照明装置之间的校准,而能够进行对对象物的检查的图像检查装置以及图像检查方法。

[0010] [解决问题的技术手段]

[0011] 根据本揭示的一例,图像检查装置包括:摄像部,拍摄对象物;透光性的照明部,配置在对象物与摄像部之间,具有朝向对象物照射光的发光面,且构成为能控制发光面中的发光位置及光的照射方向;以及控制部,构成为控制摄像部及照明部。控制部在照明部的第一扫描中,使照明部从第一方向朝对象物照射光,并且使发光面中的发光位置发生变化,由此来使光进行扫描,在第一扫描的期间,使摄像部拍摄对象物。控制部在照明部的第二扫描中,使照明部从与第一方向不同的第二方向朝对象物照射光,并且使发光面中的发光位置发生变化,由此来使光进行扫描,在第二扫描的期间,使摄像部拍摄对象物。控制部根据在第一扫描及第二扫描时所拍摄的对象物的图像,确定对于对象物表面的测定点进行照明时的照明部的发光位置,并基于所确定的发光位置与第一方向及第二方向,来算出直至测定点为止的距离。

[0012] 根据本揭示,控制部对照明部的发光位置进行控制,因此控制部能够获取与此发光位置相关的信息。此发光位置不取决于摄像部与照明部之间的相对位置。即,无须将照明

部配置在相对于摄像部的光轴的特定位置。因此,能够提供一种不需要摄像部与照明装置之间的校准而能进行对象物的检查的图像检查装置。

[0013] 在所述揭示中,摄像部在第1扫描时多次拍摄对象物,以制作多个第1拍摄图像,在第2扫描时多次拍摄对象物,以制作多个第2拍摄图像。控制部根据多个第1拍摄图像来制作第1处理图像,所述第1处理图像具有与第1发光位置相关的信息,所述第1发光位置是用于对于对象物的测定点进行照明的发光位置。控制部根据多个第2拍摄图像来制作第2处理图像,所述第2处理图像具有与第2发光位置相关的信息,所述第2发光位置是用于对于对象物的测定点进行照明的发光位置。控制部根据第1处理图像中所含的第1发光位置的信息、第2处理图像中所含的第2发光位置的信息、第1方向及第2方向,来算出距离。

[0014] 根据本揭示,控制部根据由摄像部所拍摄的多个图像来制作处理图像。对于处理图像,是制作包含下述信息的处理图像,所述信息与对于对象物表面的点(测定点)进行照明时的照明部的发光位置相关。处理图像包含与发光位置相关的信息。控制部能够使用此信息来算出距离。

[0015] 在所述揭示中,在第1扫描及第2扫描中,照明部将线状的光照射至对象物。控制部根据多个第1拍摄图像,将与测定点对应的像素的亮度达到最大时的照明部的发光位置决定为第1发光位置,并使第1发光位置包含在像素的信息中,由此来制作第1处理图像。控制部根据多个第2拍摄图像,将与测定点对应的像素的亮度达到最大时的照明部的发光位置决定为第2发光位置,并使第2发光位置包含在像素的信息中,由此来制作第2处理图像。

[0016] 根据本揭示,能够使用光切法来算出距离。

[0017] 在所述揭示中,在第1扫描及第2扫描中,照明部将条纹图形(pattern)的光照射至对象物,且使条纹图形的相位发生变化,由此来产生与光的扫描等价的状态。控制部根据多个第1拍摄图像,使条纹图形的第1相位的信息作为与第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作第1处理图像。控制部根据多个第2拍摄图像,使条纹图形的第2相位的信息作为与第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作第2处理图像。

[0018] 根据本揭示,能够使用相移法来算出距离。

[0019] 在所述揭示中,照明部包括:多个发光部,排列成矩阵(matrix)状,且构成为能选择性地发光;以及光学系统,构成为,将从多个发光部的各个发出的光的照射方向,控制为与各多个发光部的位置对应的方向。

[0020] 根据本揭示,通过从多个发光部中选择应发光的发光部,从而能够任意变更照射立体角。应发光的发光部可根据视野的场所来选择。因此,能够实现可针对视野的每个场所来任意设定照射立体角的图像检查装置。进而,由于能够任意变更照射立体角,因此能够不需要例如狭缝(slit)或者半透反射镜(half mirror)等光学部件。因此,能够实现照明装置的小型化。其结果,能够实现可针对视野的每个场所来设定照射立体角,并且可小型化的图像检查装置。

[0021] 在所述揭示中,光学系统包含与多个发光部分别相向地设置的多个微透镜(micro lens)。

[0022] 根据本揭示,能够实现可小型化的图像检查装置。

[0023] 在所述揭示中,多个微透镜被配置成,多个微透镜中的至少一部分微透镜的光轴

与跟至少一部分微透镜相向的发光部的光轴偏离。

[0024] 根据本揭示,能够通过简单的结构来控制光的照射方向。

[0025] 在所述揭示中,照明部被划分为多个照明要素。在多个照明要素中的至少一个照明要素中,至少一部分微透镜以比发光部的间距小的间距而配置。

[0026] 根据本揭示,能够通过简单的结构来控制光的照射方向。

[0027] 在所述揭示中,多个微透镜被配置成,多个微透镜中的至少一部分微透镜的光轴相对于跟至少一部分微透镜相向的发光部的光轴而倾斜。

[0028] 根据本揭示,能够通过简单的结构来控制光的照射方向。

[0029] 在所述揭示中,照明部还包括遮光部,所述遮光部构成为,遮挡从多个发光部出射的光中的、从多个微透镜各自的周围泄漏的光。

[0030] 根据本揭示,能够降低来自发光部的光朝未意图的方向泄漏的可能性。

[0031] 根据本揭示的一例,提供一种图像检查方法,是图像检查装置的图像检查方法,所述图像检查装置包括:摄像部,拍摄对象物;透光性的照明部,配置在对象物与摄像部之间,具有朝向对象物照射光的发光面,且构成为能控制发光面中的发光位置及光的照射方向;以及控制部,构成为控制摄像部及照明部。图像检查方法包括下述步骤:在第1扫描中,照明部从第1方向朝对象物照射光,并且使发光面中的发光位置发生变化,由此来使光进行扫描,在第1扫描的期间,摄像部拍摄对象物;在第2扫描中,照明部从与第1方向不同的第2方向朝对象物照射光,并且使发光面中的发光位置发生变化,由此来使光进行扫描,在第2扫描的期间,摄像部拍摄对象物;以及控制部根据在第1扫描及第2扫描时所拍摄的对象物的图像,确定对于对象物表面的测定点进行照明时的照明部的发光位置,并基于所确定的发光位置与第1方向及第2方向,来算出直至测定点为止的距离。

[0032] 根据本揭示,能够提供一种不需要摄像部与照明装置之间的校准而能进行对象物的检查的图像检查方法。

[0033] 在所述揭示中,在第1扫描的期间摄像部拍摄对象物的步骤包括:摄像部多次拍摄对象物,以制作多个第1拍摄图像的步骤。在第2扫描的期间摄像部拍摄对象物的步骤包括:摄像部多次拍摄对象物,以制作多个第2拍摄图像的步骤。算出距离的步骤包括下述步骤:控制部根据多个第1拍摄图像来制作第1处理图像,所述第1处理图像具有与第1发光位置相关的信息,所述第1发光位置是用于对于对象物的测定点进行照明的发光位置;控制部根据多个第2拍摄图像来制作第2处理图像,所述第2处理图像具有与第2发光位置相关的信息,所述第2发光位置是用于对于对象物的测定点进行照明的发光位置;以及根据第1处理图像中所含的第1发光位置的信息、第2处理图像中所含的第2发光位置的信息、第1方向及第2方向,来算出距离。

[0034] 根据本揭示,处理图像包含与发光位置相关的信息,因此能够使用此信息来算出距离。

[0035] 在所述揭示中,照明部朝对象物照射光的步骤包括:照明部将线状图形的光照射至对象物的步骤。制作第1处理图像的步骤包括下述步骤,即,控制部根据多个第1拍摄图像,将与测定点对应的像素的亮度达到最大时的照明部的发光位置决定为第1发光位置,并使第1发光位置包含在像素的信息中,由此来制作第1处理图像。制作第2处理图像的步骤包括下述步骤,即,控制部根据多个第2拍摄图像,将与测定点对应的像素的亮度达到最大时

的照明部的发光位置决定为第2发光位置，并使第2发光位置包含在像素的信息中，由此来制作第2处理图像。

[0036] 根据本揭示，能够使用光切法来算出距离。

[0037] 在所述揭示中，照明部朝对象物照射光的步骤包括下述步骤，即，照明部将条纹图形的光照射至对象物，且使条纹图形的相位发生变化，由此来产生与光的扫描等价的状态。制作第1处理图像的步骤包括下述步骤，即，控制部根据多个第1拍摄图像，使条纹图形的第1相位的信息作为与第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作第1处理图像。制作第2处理图像的步骤包括下述步骤，即，控制部根据多个第2拍摄图像，使条纹图形的第2相位的信息作为与第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中，由此来制作第2处理图像。

[0038] 根据本揭示，能够使用相移法来算出距离。

[0039] [发明的效果]

[0040] 根据本发明，能够提供一种不需要摄像部与照明装置之间的校准，而能进行对象物的检查的图像检查装置以及图像检查方法。

附图说明

[0041] 图1是示意性地表示本实施方式的图像检查装置的图。

[0042] 图2是用于说明图1所示的控制装置的处理的示意图。

[0043] 图3是表示适用本实施方式的图像检查装置的生产线的一例的示意图。

[0044] 图4是示意性地表示图像检查装置中所含的照明装置的结构的图。

[0045] 图5是表示本实施方式的照明装置的一例的局部剖面的示意图。

[0046] 图6是将本实施方式的照明装置的一部分放大的示意平面图。

[0047] 图7是示意性地表示照明装置的构成要素即照明要素的结构的一例的平面图。

[0048] 图8是表示用于应对从透镜周围泄漏的光的结构的示意平面图。

[0049] 图9是图8所示的结构的示意剖面图。

[0050] 图10是表示图8所示的结构的一个变形例的示意平面图。

[0051] 图11是表示图8所示的结构的另一变形例的示意剖面图。

[0052] 图12是用于说明实施光切法时的光的第1次扫描的图。

[0053] 图13是用来说明用于图12所示的光照射的照明装置的照明图形的图。

[0054] 图14是用于说明实施光切法时的光的第2次扫描的图。

[0055] 图15是用来说明用于图14所示的光照射的照明装置的照明图形的图。

[0056] 图16是表示实施方式1的检查方法中所含的距离计算方法的流程图。

[0057] 图17是说明实施方式1的距离计算方法的原理的图。

[0058] 图18是用于说明实施相移法时的光的第1次扫描的图。

[0059] 图19是用来说明用于图18所示的光照射的照明装置的照明图形的图。

[0060] 图20是用于说明实施相移法时的光的第2次扫描的图。

[0061] 图21是用来说明用于图20所示的光照射的照明装置的照明图形的图。

[0062] 图22是表示实施方式2的检查方法中所含的距离计算方法的流程图。

[0063] 图23是用于说明求出照明图形的相位的方法的示意图。

- [0064] 图24是说明实施方式2的距离计算方法的原理的图。
- [0065] 图25是表示变形例1的照明装置的局部剖面的示意图。
- [0066] 图26是表示变形例2的照明装置的局部剖面的示意图。
- [0067] 图27是表示变形例3的照明装置的局部剖面的示意图。
- [0068] 符号的说明
- [0069] 1:图像检查装置
- [0070] 3、5:拍摄图像
- [0071] 4、6:处理图像
- [0072] 7:距离图像
- [0073] 10:摄像机
- [0074] 11、32、32A-32E、42、42A-42E、142A-142E、242A-242E、342A-342E:光轴
- [0075] 12、L1:直线
- [0076] 13:测定点
- [0077] 20、120、220、320:照明装置
- [0078] 21:照明要素
- [0079] 22、22C:单元
- [0080] 24:透明区域
- [0081] 25、26:对称轴
- [0082] 28:中心线
- [0083] 30:面光源
- [0084] 31、31A-31E:发光部
- [0085] 35:发光面
- [0086] 40、140、240、340:微透镜阵列
- [0087] 41、41A-41E、141、141A-141E、241、241A-241E、341、341A-341E:透镜
- [0088] 44:遮光部
- [0089] 50:假想平面
- [0090] 100:控制装置
- [0091] 300:载台
- [0092] A1、B1、B2:点
- [0093] C2、C4:列
- [0094] D、d、d1、d2:距离
- [0095] LT:光
- [0096] P1:第1间距
- [0097] P2:第2间距
- [0098] PX、PX1、PX2:像素
- [0099] S1-S5、S11-S15:步骤
- [0100] W:工件

具体实施方式

[0101] 参照附图来详细说明本发明的实施方式。另外，对于附图中的相同或相当的部分，标注相同的符号并不再重复其说明。

[0102] <A.适用例>

[0103] 首先，参照图1来说明适用本发明的场景的一例。图1是示意性地表示本实施方式的图像检查装置1的图。

[0104] 本实施方式的图像检查装置1适用于下述装置，即，在工业产品的生产线等上，一边对于对象物(以下也称作“工件(work)W”)进行照明一边进行拍摄，并使用所获得的拍摄图像来进行工件W的外观检查(划痕、污垢、异物等的检查)。图像检查装置1是通过对由工件W所反射的光进行检测来进行检查者。因此，对于工件W，可适用具有反射光的表面者。

[0105] 作为一例，工件W具有使光漫反射的表面。作为使光漫反射的材质，例如为树脂或金属。另外，无须限定于工件W的整个表面使光漫反射。也可为仅被照射光的部分使所述光漫反射。而且，只要可适用本实施方式，则无须将工件W的材质限定于树脂或金属。

[0106] 图像检查装置1包括：摄像机10，为摄像部的一例；照明装置20，为照明部的一例；以及控制装置100，构成为控制摄像机10与照明装置20，且为控制部的一例。

[0107] 摄像机10对作为对象物的工件W进行拍摄，以制作工件W的拍摄图像。

[0108] 照明装置20被配置在摄像机10与工件W之间，具有朝向工件W照射光的发光面。照明装置20构成为可控制所述发光面中的发光位置及光的照射方向。

[0109] 进而，照明装置20具有透光性。摄像机10隔着照明装置20拍摄工件W。照明装置20只要具有下述程度的透光性即可，即，摄像机10能够通过照明装置20来拍摄工件W。

[0110] 照明装置20能够根据来自控制装置100的指示，来变更光的照射方向及照明图形。进而，照明装置20根据来自控制装置100的指示，以使光在工件W的表面上进行扫描的方式来照射光。此时，摄像机10拍摄工件W而获取多个拍摄图像。

[0111] 控制装置100在照明装置20的第1次扫描中，使照明装置20从第1方向朝工件W照射光。进而，控制装置100通过使照明装置20的发光面中的发光位置发生变化来使光进行扫描。例如在第1次扫描中，照明装置20从相对于摄像机10的光轴11(光学中心)成规定角度的方向将光照射至工件W，并且使所述光朝+X方向进行扫描。在光进行扫描的期间，控制装置100使摄像机10多次拍摄工件W。由此，摄像机10制作多个拍摄图像3。

[0112] 控制装置100在照明装置20的第2次扫描中，使照明装置20从与第1次扫描时的照射方向不同的方向朝工件W照射光。进而，控制装置100通过使照明装置20的发光面中的发光位置发生变化来使光进行扫描。例如在第2次扫描中，照明装置20从与第1次扫描时的照射方向相反的方向将光照射至工件W，并且使所述光朝-X方向进行扫描。与第1次扫描同样，在光进行扫描的期间，控制装置100使摄像机10多次拍摄工件W。由此，摄像机10制作多个拍摄图像5。

[0113] 控制装置100根据在第1次扫描及第2次扫描时所拍摄的工件W的图像(多个拍摄图像3及多个拍摄图像5)，确定对工件W表面的测定点进行照明时的照明装置20的发光位置。所谓“测定点”，是指应测定从发光面计起的距离的、工件W表面上的位置。控制装置100基于所确定的发光位置与第1次扫描时的光的照射方向(第1方向)及第2次扫描时的光的照射方向(第2方向)，来算出从照明装置20的发光面直至测定点为止的距离。

[0114] 图2是用于说明图1所示的控制装置的处理的示意图。如图2所示，控制装置100根据多个拍摄图像来制作处理图像。多个拍摄图像的各个具有呈二维配置的多个像素。因此，在每个像素位置，得到与拍摄图像的数量为同数量的像素。控制装置100从所述多个像素中选择一个像素来制作处理图像。

[0115] 在第1次扫描中，根据多个拍摄图像3来制作处理图像4，所述处理图像4具有与第1发光位置相关的信息，所述第1发光位置是用于对工件W的测定点进行照明的发光位置。位于像素位置(x,y)处的像素PX1是从多个拍摄图像3各自的位于同一像素位置(x,y)处的像素中选择的像素。像素PX1具有与第1发光位置相关的信息来作为像素值。

[0116] 在第2次扫描中，根据多个拍摄图像5来制作处理图像6，所述处理图像6具有与第2发光位置相关的信息，所述第2发光位置是用于对工件W的测定点进行照明的发光位置。位于像素位置(x,y)处的像素PX2是从多个拍摄图像5各自的位于同一像素位置(x,y)处的像素中选择的像素。像素PX2具有与第2发光位置相关的信息来作为像素值。处理图像6内的像素PX2的位置(x,y)与处理图像4内的像素PX1中的像素位置(x,y)相同。

[0117] 控制装置100基于处理图像4及处理图像6，针对每个像素而算出从照明装置20直至工件W位置的距离。具体而言，控制装置100基于处理图像4的像素PX1中所含的第1发光位置的信息、处理图像6的像素PX2中所含的第2发光位置的信息、第1次扫描及第2扫描时的光的照射方向(第1方向及第2方向)，来算出从照明装置20的发光面直至工件W表面的位置(测定点)为止的距离。控制装置100制作距离图像7，所述距离图像7包含具有所述算出的距离作为像素值的像素PX。

[0118] 这样，为了算出从照明装置20直至工件W的表面为止的距离，使用处理图像4的像素PX1所具有的信息、与在处理图像6中位于与像素PX1相同的位置处的像素PX2中所含的信息。从照明装置20发出的光的照射方向、及照明装置20中的发光位置可控制。因此，控制装置100能够具有与发光位置及照射方向相关的信息。

[0119] 由于从照明装置20的中心点直至发光位置为止的距离已预先知晓，因此摄像机10相对于照明装置20的位置并无特别限定。即，不需要将照明装置配置在相对于摄像部的光轴的特定位置。因此，能够提供不需要摄像部与照明装置之间的校准而可进行对象物的检查的图像检查装置以及图像检查方法。

[0120] <B.适用图像检查装置的生产线的一例>

[0121] 接下来，一边参照图3，一边对适用图像检查装置1的生产线的一例进行说明。图3是表示适用本实施方式的图像检查装置1的生产线的一例的示意图。图像检查装置1是在工业产品的生产线等中，通过控制装置100的控制，一边利用照明装置20来对工件W进行照明，一边利用摄像机10进行拍摄，并使用所获得的拍摄图像来进行工件W的外观检查。具体而言，成为检查对象的工件W通过可移动的载台(stage)300而移动至摄像机10及照明装置20已被固定的检查位置为止。当工件W移动至检查位置时，在此处停止，直至借助图像检查装置1的外观检查结束为止。此时，控制装置100一边通过照明装置20来对工件W进行照明，一边利用摄像机10来拍摄工件W，并将拍摄图像显示于监视器。由此，作业者能够一边观察显示在监视器画面上的拍摄图像的颜色，一边检查工件W的外观。或者，控制装置100也可对拍摄图像进行规定的图像处理，并基于图像处理结果来进行工件W的异常判定。

[0122] 控制装置100例如包含中央处理器(Central Processing Unit,CPU)或微处理器

(Micro-Processing Unit, MPU) 等处理器、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、显示控制器、系统控制器、输入/输出(Input Output, I/O)控制器、硬盘(hard disk)、摄像机接口(interface)、输入接口、发光接口、通信接口及存储卡(memory card)接口。所述各部是以系统控制器为中心,彼此可进行数据通信地连接。

[0123] <C. 照明装置的结构的一例>

[0124] 图4是示意性地表示图像检查装置1中所含的照明装置的结构的图。照明装置20被配置在工件W与摄像机10之间,朝向工件W照射光,并且具有透光性。因此,从照明装置20放射的光被工件W反射,并透过照明装置20而到达摄像机10。

[0125] 照明装置20包含面光源30、及作为光学系统的一例的微透镜阵列40。面光源30从工件W侧的发光面35朝向工件W放射光。从面光源30的发光面35中的、配置成矩阵状的多个发光区域放射光。来自工件W的反射光透过面光源30中的发光区域以外的透光区域。

[0126] 各发光区域包含发光部31。在一例中,发光部31包括包含有机电致发光(Electroluminescence) (以下称作有机EL) 的构件。多个发光部31构成为可选择性地发光。应发光的发光部31是由控制装置100(参照图1)来选择。作为一例,面光源30是使用有机EL的光源。但是,只要是具有透射性的照明装置、且具有呈矩阵状排列并构成为可选择性地发光的多个发光部的照明装置,便可适用于本实施方式。即,可适用于本实施方式的照明装置20并不限定于使用有机EL的光源。

[0127] 微透镜阵列40是与面光源30的发光面35相向地配置。微透镜阵列40包含与多个发光部31分别相向地设置的多个透镜41。在一例中,透镜41为凸透镜。透镜41构成为,将从对应的发光部31发出的光导向所期望的方向。即,微透镜阵列40构成为,将从多个发光部31各自发出的光的照射方向控制为与各发光部31的位置对应的方向。

[0128] 通过从多个发光部31中选择应发光的发光部,从而能够任意地变更照射立体角。应发光的发光部是根据视野的场所来选择。因此,能够实现可针对视野的每个场所来任意设定照射立体角的图像检查装置1。进而,由于能够任意变更照射立体角,因此能够不需要例如狭缝或者半透反射镜等光学部件。因此,能够实现照明装置20的小型化。因此,能够实现可针对视野的每个场所来设定照射立体角,并且可小型化的图像检查装置1。

[0129] 参照图5及图6来说明本实施方式的照明装置的结构的一例。图5是表示本实施方式的照明装置的一例的局部剖面的示意图。图6是将本实施方式的照明装置的一部分放大的示意平面图。

[0130] 照明装置20是透射型的薄片(sheet)照明装置,包含面光源30与微透镜阵列40。面光源30是使用有机EL的光源。面光源30包含沿着发光面35而排列成矩阵状的多个发光部。图5中代表性地示出了发光部31A~31E。

[0131] 各个发光部31A~31E具有相向的一对电极(未图示)。通过对一对电极间施加电压,从而这些发光部发光。通过从多个电极对中选择应施加电压的电极对,从而能够选择应发光的发光部。发光部31A~31E各自发出的光色并无限定。例如多个发光部31也可发出同色的光。或者,通过将发出红色光的发光部、发出绿色光的发光部及发出蓝色光的发光部予以组合,从而能够实现可使光色不同的发光部。

[0132] 微透镜阵列40包含与多个发光部31分别相向地配置的多个微透镜即多个透镜41。多个透镜41沿着发光面35而配置成矩阵状。图5中,代表性地示出了与发光部31A~31E分别

相向的透镜41A～41E。在一例中，透镜41A～41E各自为平凸透镜。平凸透镜的平面朝向发光面35。例如平凸透镜也可为半球透镜。

[0133] 各个透镜用于控制从对应的发光部发出的光的照射方向。一实施方式中，在透镜41A～41E之间，透镜的光轴相对于发光部的光轴的相对位置不同。通过透镜的光轴相对于发光部的光轴的偏离方向及偏离量，来决定从透镜出射的光的方向。另外，本实施方式中，所谓发光部的光轴，是指通过发光区域的中心点且相对于发光区域而垂直的轴，所谓透镜的光轴，是指通过透镜的中心且相对于透镜的正面而垂直的轴。所谓“偏离量”，是指透镜的光轴相对于发光部的光轴的偏离的大小。

[0134] 发光部31C的光轴32C与透镜41C的光轴42C实质上一致。相对于发光部31A的光轴32A，透镜41A的光轴42A朝纸面右方向(+X方向)偏离。同样地，相对于发光部31B的光轴32B，透镜41B的光轴42B也朝+X方向偏离。较之发光部31B及透镜41B的对，发光部31A及透镜41A的对的偏离量更大。

[0135] 另一方面，相对于发光部31D的光轴32D，透镜41D的光轴42D朝纸面左方向(-X方向)偏离。同样地，相对于发光部31E的光轴32E，透镜41E的光轴42E也朝-X方向偏离。较之发光部31D及透镜41D的对，发光部31E及透镜41E的对的偏离量更大。

[0136] 由图5可理解的是，通过使图5所示的发光部31A～发光部31E中的任一个选择性地发光，从而能够使照射立体角不同。由于能够使照射立体角不同，因此照明装置20的照明图形的限制变小。换言之，能够通过照明装置20来实现遵循任意图形的照明。

[0137] 如图6所示，照明装置20包含配置成矩阵状的多个照明要素21。即，照明装置20被划分为多个照明要素21。各个照明要素21包含多个发光部31及多个透镜41。例如，各个照明要素21能够包含图5所示的发光部31A～发光部31E及透镜41A～41E。为了便于图示，在图6中，示出了各个照明要素21中所含的一个发光部31及对应的一个透镜41。

[0138] 各个照明要素21包含发光区域与透明区域。通过使发光区域发光，从而能够使照明要素21整体发光。另一方面，各照明要素21具备透明区域，由此而具有透光性。

[0139] 照明装置20能够使多个照明要素21彼此独立地点亮。通过多个照明要素21中的、包含应发光的发光部31的照明要素21(即，应点亮的照明要素21)，来决定照明装置20的照明图形。在能够改变从各照明要素21照射的光的波长的照明装置20中，照明图形也可由多个照明要素21中的点亮的照明要素21、与从点亮的各照明要素21照射的光的波长来决定。

[0140] 图7是示意性地表示照明装置20的构成元件即照明要素的结构的一例的平面图。图7中表示了从摄像部侧(照明装置20的上方)观察的照明要素的俯视图。

[0141] 照明要素21包含配置成矩阵状的多个单元(cell)22。以下的说明中，“行”是指X方向，“列”是指Y方向。图7中，表示了包含配置成5行5列($=5 \times 5$)的25个单元22的照明要素21。但是，构成照明要素21的单元22的个数并无特别限定。例如，照明要素21也可包含配置成11行11列($=11 \times 11$)的121个单元22。单元22的个数越多，越能够提高照明要素21的照射方向的分辨率，另一方面，发光位置的分辨率越下降。构成照明要素21的单元22的个数可根据照射方向的分辨率与发光位置的分辨率来决定。

[0142] 各个单元22包含发光部31、透镜41及透明区域24。发光部31的发光面在单元22中构成发光区域。

[0143] 多个发光部31是以第1间距P1而沿X方向及Y方向配置。多个透镜41是以第2间距P2

而沿X方向及Y方向配置。由于第2间距P2小于第1间距P1 ($P2 < P1$) ,因此对于沿着X方向(行方向)排列的多个单元22,发光部31的光轴32与透镜41的光轴42之间的X方向偏离量遵循公差($P1 - P2$)的等差数列。同样,对于沿着Y方向(列方向)排列的多个单元22,发光部31的光轴32与透镜41的光轴42之间的Y方向偏离量遵循公差($P1 - P2$)的等差数列。

[0144] 多个发光部31及多个透镜41相对于X轴及Y轴这两轴而对称地配置。为了对此进行说明,图7中示出了对称轴25、26。对称轴25是用于表示多个发光部31及多个透镜41相对于X轴而对称地配置的轴,且与Y方向平行。对称轴26是用于表示多个发光部31及多个透镜41相对于Y轴而对称地配置的轴,且与X方向平行。

[0145] 在图7中,单元22C是位于照明要素21的中心的单元。单元22C包含发光部31C与透镜41C。发光部31C的光轴32C与透镜41C的光轴42C在俯视时重合。即,在光轴32C与光轴42C之间,X方向的偏离量及Y方向的偏离量均为0。另外,光轴32C、42C位于对称轴25、26的交点。

[0146] 在照明要素21内的各单元中,发光部31的光轴32与透镜41的光轴42之间的X方向偏离量及Y方向偏离量是根据所述单元与中央单元22C之间的X方向的距离及Y方向的距离而决定。由此,能够使每个单元22的光的照射方向不同。照明要素21能够从多个方向朝工件照射光。进而,通过选择多个单元中的进行点亮的单元,能够对来自照明要素21的光的照射方向进行控制。

[0147] 图7所示的结构中,在X方向与Y方向上,发光部31的间距及透镜41的间距相同。但是,也可在X方向与Y方向上使发光部31的间距不同。同样,也可在X方向与Y方向上使透镜41的间距不同。

[0148] 在透镜41的光轴42相对于发光部31的光轴32的偏离量(位移量)大的情况下,从发光部31出射的光的一部分有可能从透镜41的周围泄漏。图8是表示用于应对从透镜41的周围泄漏的光的结构的示意平面图。图9是图8所示的结构的示意剖面图。如图8及图9所示,也可以包围透镜41的周边的方式而设有遮光部44。遮光部44包含不使光通过的构件或者使光衰减的构件。通过遮光部44,能够降低来自发光部31的光朝未意图的方向泄漏的可能性。

[0149] 图10是表示图8所示的结构的一个变形例的示意平面图。图10所示的示例中,与图8所示的结构相比,遮光部44的面积大。由此,能够进一步降低来自发光部31的光朝未意图的方向泄漏的可能性。

[0150] 图11是表示图8所示的结构的另一变形例的示意剖面图。图11所示的示例中,遮光部44除了图10所示的结构以外,还具有下述结构,即,以沿着透镜41的高度(厚度)方向的充分高度来包围透镜41的周围。根据图10所示的结构,能够进一步提高降低从透镜41的周围泄漏的光的效果。

[0151] <D.实施方式1>

[0152] 实施方式1中,使用光切法来检查工件的表面。照明装置20从某方向对工件W照射线状的光,并且使此光进行扫描。摄像机10在使光进行扫描的期间多次拍摄工件W,由此来制作多个拍摄图像。如上所述,光的扫描执行两次。

[0153] 图12是用于说明实施光切法时的光的第1次扫描的图。图13是用来说明用于图12所示的光照射的照明装置的照明图形的图。图13及以下说明的图所示的照明要素21的结构基本上与图5所示的结构相同,因此不再重复详细说明。另外,以下所说明的图中,通过影线(hatching)来表示在照明装置20中发光的区域、及在照明要素中发光的发光部。

[0154] 如图12所示,照明装置20从相对于摄像机10的光轴11成角度 θ 的方向,将线状的光LT照射至工件W,且使此光LT朝+X方向进行扫描。在光LT进行扫描的期间,摄像机10多次拍摄工件W的表面。由此来获取多个拍摄图像。

[0155] 图13中表示了光的扫描中的照明装置20的一个状态。图13所示的直线L1是用于表示摄像机10的光轴的X坐标的虚拟直线,且是与Y轴平行的直线。照明装置20使沿着Y方向排列的多个照明要素21点亮。作为一例,图13表示从直线L1朝-X方向离开距离d1的位置的多个照明要素21点亮的状态。为了从规定方向朝工件W照射光,在多个照明要素21的各个中,配置于特定列(例如列C2)的3个发光部31发光。由此,照明装置20能够从相对于摄像机10的光轴11为角度 θ 的方向,将沿着Y方向的线状的光照射至工件W表面的所期望的部位。

[0156] 图14是用于说明实施光切法时的光的第2次扫描的图。图15是用来说明用于图14所示的光照射的照明装置的照明图形的图。如图14所示,在第2次扫描中,照明装置20从与第1次扫描中的光的照射方向相反的方向朝工件W照射线状的光LT。光的照射方向相对于摄像机10的光轴11成角度 θ 。

[0157] 照明装置20使光LT朝例如-X方向进行扫描。但是,也可与第1次扫描同样地,照明装置20使光LT朝+X方向进行扫描。在使光LT进行扫描的期间,摄像机10多次拍摄工件W的表面。由此来获取多个拍摄图像。

[0158] 作为一例,图15表示从直线L1朝+X方向离开距离d2的位置的多个照明要素21点亮的状态。在多个照明要素21的各个中,配置于特定列(例如列C4)的3个发光部31发光。如根据图13及图15的比较而理解的,若对列C4与列C2进行比较,则发光部31及透镜41相对于对称轴25而对称地配置。因此,照明装置20能够从与第1次扫描中的光的照射方向相反的方向且相对于摄像机10的光轴11成角度 θ 的方向,将沿着Y方向的线状的光照射至工件W表面的所期望的部位。

[0159] 图16是表示实施方式1的检查方法中所含的距离计算方法的流程图。以下,通过参照图2及图16来说明实施方式1的距离计算方法。在步骤S1中,照明装置20进行第1次光的扫描,并且摄像机10对工件W拍摄n(n为2以上的整数)次。由此来获取n幅图像(n幅拍摄图像3)。

[0160] 在步骤S2中,控制装置100根据通过步骤S1的处理而获得的n幅图像,制作处理图像4。具体而言,控制装置100针对每个像素位置(x,y),从n幅摄像图像中确定亮度达到最大的像素。并且,控制装置100使得到此图像时的距离d1(参照图12及图13)包含在像素的信息中。距离d1表示与工件W表面上的测定点对应的像素(像素位置(x,y)的像素)的亮度达到最大时的、照明装置20的第1发光位置。处理图像4内的各像素具有给出最高亮度值的距离d1的信息来作为像素值。另外,图16中,将处理图像4称作“d1图像”。

[0161] 在步骤S3中,照明装置20进行第2次光扫描,并且摄像机10对工件W拍摄n次。由此来获取n幅图像。在步骤S4中,控制装置100根据通过步骤S3的处理而获得的n幅图像(n幅拍摄图像5),制作处理图像6。

[0162] 在步骤S4中,控制装置100根据通过步骤S3的处理而获得的n幅图像(n幅拍摄图像5),制作处理图像6。与步骤S2的处理同样,控制装置100针对每个像素位置(x,y),从n幅摄像图像中确定亮度达到最大的像素。并且,控制装置100使得到此图像时的距离d2(参照图14及图15)包含在像素的信息中。距离d2表示与工件W表面上的测定点对应的像素(像素位

置(x,y)的像素)的亮度达到最大时的、照明装置20的第2发光位置。处理图像6内的各像素具有给出最高亮度值的距离d2的信息来作为像素值。另外,图16中,将处理图像6称作“d2图像”。

[0163] 在步骤S5中,控制装置100使用d1图像(处理图像4)与d2图像(处理图像6),来算出与各坐标(x,y)的像素对应的距离D。距离D是从照明装置20的发光面35,直至与坐标(x,y)的像素对应的工件W表面上的测定点为止的距离。

[0164] 图17是说明实施方式1的距离计算方法的原理的图。在图17中,测定点13对应于与坐标(x,y)的像素对应的工件W表面上的位置。处理图像4(d1图像)中的像素PX1、及处理图像6(d2图像)中的像素PX2是与测定点13对应的像素。

[0165] 直线12是通过测定点13,且与照明装置20的中心线28(通过发光面35的中心且与发光面35垂直的直线)平行的直线。若将照明装置20的中心线28与直线12之间的距离设为d,则以下的式(1)及式(2)成立。

$$[0166] (d1 - d) = D \times \tan\theta \quad (1)$$

$$[0167] (d2 + d) = D \times \tan\theta \quad (2)$$

[0168] 若从式(1)及式(2)中删除d,则以下的式(3)成立。

$$[0169] (d1 + d2) = 2D \times \tan\theta \quad (3)$$

[0170] 若对式(3)进行变形,则可导出以下的式(4)。

$$[0171] D = (d1 + d2) / (2 \times \tan\theta) \quad (4)$$

[0172] θ 是来自照明装置20的光的出射方向。控制装置100通过控制照明装置20,从而控制从照明装置20出射光的方向。因此,控制装置100能够知晓角度 θ 的值。距离d1、d2分别为处理图像4的像素及处理图像6的像素所具有的信息,且根据照明装置20的光的扫描条件而决定。

[0173] 由于在式(4)中不含距离d,因此对于工件W表面上的任意位置,式(4)成立。通过使用式(4),能够基于距离d1(第1发光位置)、距离d2(第2发光位置)、角度 θ (光的照射方向),来算出从照明装置20的发光面35直至工件W表面上的任意位置为止的距离D。

[0174] 距离d1、d2分别为从发光面35的中心计起的距离。由于多个照明要素21呈矩阵状地配置,因此能够决定距离d1、d2。因此,能够不需要摄像部与照明装置之间的校准而进行对象物的检查。

[0175] 在对照明图形进行扫描时,也可对从发光面中的发光区域的其中一端直至另一端为止的范围进行扫描(全扫描)。但是,在欲求出距离的部位受到限定的情况下,也能够限定扫描范围。

[0176] 若角度 θ 小,则在三角测距的原理上,距离的精度会下降,另一方面,遮挡(occlusion)(遮蔽)的风险(risk)小。相反地,若角度 θ 的值大,则距离的精度虽会提高,但遮挡的风险大。因此,对光的照射方向进行规定的角度 θ 的值也可根据工件的形状而变化。也可一边改变角度 θ 的值一边进行多次试行,并对其结果进行综合。

[0177] 以上的说明中,扫描的方向为X方向,但也可执行Y方向的扫描。在所述说明中,只要将X方向(X轴)替换为Y方向(Y轴),并且将对称轴25替换为对称轴26即可。也可对借助X方向扫描的测定与借助Y方向扫描的测定进行试行,并对它们的结果进行综合。

[0178] 而且,在所述说明中,照明要素21的1列中所含的5个发光部31中的3个点亮。但是,

也可使1列中所含的所有(5个)发光部31发光。或者,也可仅使1列的位于中央的一个发光部31发光。

[0179] <E. 实施方式2>

[0180] 在实施方式2中,使用相移法来检查工件的表面。照明装置20从某方向对工件W照射条纹图形的光,并且使此光进行扫描。摄像机10在使光进行扫描的期间多次拍摄工件W,由此来制作多个拍摄图像。与实施方式1同样地,光的扫描执行两次。

[0181] 图18是用于说明实施相移法时的光的第1次扫描的图。图19是用来说明用于图18所示的光照射的照明装置的照明图形的图。如图18所示,照明装置20从相对于摄像机10的光轴11成角度 θ 的方向朝工件W照射光LT。摄像机10拍摄工件W的表面。照明装置20将条纹图形(明暗图形)的光,一边使条纹图形的相位发生变化,一边照射至工件W。由此,能够产生与使条纹图形的光在工件表面上进行扫描等价的状态。由于照明图形为周期性的图形,因此照明装置20只要使相位变化1周期即可。图18所示的示例中,朝+X方向对照明图形进行扫描。

[0182] 如图19所示,照明装置20以沿着X方向来交替地产生明暗的方式,来使多列照明要素21点亮。L表示与条纹图形的周期对应的长度。另外,也可以发光的强度依照正弦波而变化的方式,来控制照明装置20。为了从规定方向朝工件W照射光,在多个照明要素21的各个中,配置于特定列(例如列C2)的3个发光部31发光。

[0183] 图20是用于说明实施相移法时的光的第2次扫描的图。图21是用来说明用于图20所示的光照射的照明装置的照明图形的图。如图20所示,在第2次扫描中,照明装置20从与第1次扫描中的光的照射方向相反的方向将光LT照射至工件W。光的照射方向相对于摄像机10的光轴成角度 θ 。

[0184] 照明装置20使光LT例如朝-X方向进行扫描。但是,也可与第1次扫描同样地,照明装置20使光LT朝+X方向进行扫描。在使光LT进行扫描的期间,摄像机10多次拍摄工件W的表面。

[0185] 作为一例,在多个照明要素21的各个中,配置于特定列(例如列C4)的3个发光部31发光。与实施方式1中的示例同样,照明装置20能够从与第1次扫描中的光的照射方向相反的方向、且相对于摄像机10的光轴11成角度 θ 的方向照射光。

[0186] 图22是表示实施方式2的检查方法中所含的距离计算方法的流程图。以下,通过参照图2及图22来说明实施方式2的距离计算方法。在步骤S11中,照明装置20进行第1次光扫描。即,照明装置20使照明图形的相位变化例如1周期。相位的变化量并无特别限定。摄像机10对工件W拍摄n(n为2以上的整数)次。由此来获取n幅图像。

[0187] 在步骤S12中,控制装置100根据通过步骤S11的处理而获得的n幅图像(n幅拍摄图像3),制作将照明图形(条纹图形)的相位 α 作为像素值的处理图像4。

[0188] 例如假设:在照明装置20的发光面(发光面35)中,依照正弦波图形而发光。此时,正弦波的极大点表示照明强度的最大值,正弦波的极小点表示照明强度的最小值,正弦波的极大点及极小点的中间点表示照明强度的中间值。另外,在图22中,将处理图像4称作“相位图像1”。

[0189] 图23是用于说明求出照明图形的相位的方法的示意图。如图23所示,当从发光面35沿着照射方向来照射光时,位于发光面35上的点A1与工件W表面上的点B1相关联。例如,

一边使发光图形的相位逐次变化 90° ，一边通过摄像机10来拍摄工件W的表面，并对像素的亮度值(浓度值)进行记录。此时，可获得表示像素的亮度值的4点。接下来，针对这4点来拟合(fitting)正弦波。若基准波为 $\sin(x)$ ，则所拟合的正弦波以 $\sin(x-a)$ 来表示。此时，值a为相位。即，所谓求出照明图形的相位的方法，是指求出从基准波算起的相位差的方法。对于工件W表面上的点B2，也通过同样的方法来求出相位。

[0190] 另外，亮度值存在误差。因此，使相位的变化越小，则表示亮度值的点的数量将越多，因此能够进一步精度良好地求出相位。

[0191] 返回图22，在步骤S13中，照明装置20进行第2次光扫描，并且摄像机10对工件W拍摄n次。由此来获取n幅图像。在步骤S14中，控制装置100根据通过步骤S13的处理而获得的n幅图像(n幅拍摄图像5)，制作将照明图形的相位β作为像素值的处理图像6。步骤S13的处理与步骤S12的处理同样(参照图23)。另外，图22中，将处理图像6称作“相位图像2”。

[0192] 步骤S15中，控制装置100使用相位图像1(处理图像4)与相位图像2(处理图像6)，来算出与各坐标(x,y)的像素对应的距离D。

[0193] 图24是说明实施方式2的距离计算方法的原理的图。在实施方式2中，也同样地，式(4)成立。距离d1、d2分别依据以下的式(5)及式(6)而表示。

$$[0194] d_1 = L \times \sin\alpha \quad (5)$$

$$[0195] d_2 = L \times \sin\beta \quad (6)$$

[0196] L是条纹图形的条纹的周期，为已知的值。相位α、β分别为处理图像4的像素及处理图像6的像素所具有的像素值(相位的值)。因此，通过将式(5)及式(6)代入式(4)，从而能够算出距离D。另外，在使用周期固定的条纹图形的情况下，能够在相移法中算出的并非绝对距离，而是从与发光面35平行的假想平面50计起的相对距离。在实施方式2中，距离D为其相对距离。图24中示出了一个假想平面(假想平面50)，但假想平面与发光面35平行，且以固定间隔而存在多个候补。

[0197] <F. 照明装置的结构的变形例>

[0198] 图25是表示变形例1的照明装置120的局部剖面的示意图。与图3所示的照明装置20相比较，照明装置120取代微透镜阵列40而具备微透镜阵列140。微透镜阵列140包含与多个发光部31分别相向地配置的多个微透镜即多个透镜141。在图25中，代表性地示出了与发光部31A～31E分别相向的透镜141A～141E。

[0199] 透镜141A～141E各自为棒透镜(rod lens)。在透镜141A～141E之间，透镜的光轴(光轴142A～142E)相对于发光部31的光轴(光轴32A～32E)的角度不同。通过使光相对于棒透镜的入射面的入射角度不同，能够使从棒透镜的出射面出射的光的出射角度(相对于透镜的光轴的角度)不同。因此，在照明装置120中，能够使每个发光部的光的出射方向不同。通过利用棒透镜，能够加大可实施工件W的形状检查的、工件W与照明装置120之间的距离。

[0200] 图26是表示变形例2的照明装置220的局部剖面的示意图。与图3所示的照明装置20相比较，照明装置220取代微透镜阵列40而具备微透镜阵列240。微透镜阵列240包含与多个发光部31分别相向地配置的多个微透镜即多个透镜241。在图26中，代表性地示出了与发光部31A～31E分别相向的透镜241A～241E。

[0201] 透镜241A～241E各自为凹透镜。与图25所示的变形例同样地，在透镜241A～241E之间，透镜的光轴相对于发光部31的光轴的角度不同。通过使透镜的光轴(光轴242A～

242E) 相对于发光部的光轴(光轴32A～32E)的角度不同,能够使从凹透镜出射的光的出射角度(相对于透镜的光轴的角度)不同。

[0202] 图27是表示变形例3的照明装置320的局部剖面的示意图。与图3所示的照明装置20相比较,照明装置320取代微透镜阵列40而具备微透镜阵列340。微透镜阵列340包含与多个发光部31分别相向地配置的多个微透镜即多个透镜341。在图27中,代表性地示出了与发光部31A～31E分别相向的透镜341A～341E。

[0203] 变形例3中,图3的结构中的透镜41A～41E被替换为透镜341A～341E,光轴42A～42E被替换为光轴342A～342E。透镜341A～341E各自为凸透镜。但是,透镜341A～341E各自的形状与透镜41A～41E的形状不同。与图3所示的示例同样地,通过使透镜的光轴(光轴342A～342E)相对于发光部的光轴(光轴32A～32E)的相对位置不同,能够通过透镜来控制从发光部发出的光的照射方向。

[0204] 另外,在图25及图26所示的照明装置中,照明要素包含配置成矩阵状的多个单元22。在多个单元22之间,能够根据所述单元的位置来使透镜的光轴相对于发光部的光轴的倾斜角度不同。进而,透镜的光轴相对于X轴的角度、及透镜的光轴相对于Y轴的角度可在每个单元中不同。

[0205] 而且,在图25～图27所示的微透镜阵列140、240、340中,也可在透镜的周围配置遮光部44(参照图8～图11)。

[0206] <G.附注>

[0207] 如上所述,本实施方式包含如下所述的揭示。

[0208] (结构1)

[0209] 一种图像检查装置1,包括:

[0210] 摄像部10,拍摄对象物W;

[0211] 透光性的照明部20、120、220、320,配置在所述对象物W与所述摄像部10之间,具有朝向所述对象物W照射光的发光面35,且构成为能控制所述发光面35中的发光位置及所述光的照射方向;以及

[0212] 控制部100,构成为控制所述摄像部10及所述照明部20、120、220、320,

[0213] 所述控制部100在所述照明部20、120、220、320的第一扫描中,使所述照明部20、120、220、320从第一方向朝所述对象物W照射光,并且使所述发光面35中的所述发光位置发生变化,由此来使所述光进行扫描,在所述第一扫描的期间,使所述摄像部10拍摄所述对象物W,

[0214] 在所述照明部20、120、220、320的第二扫描中,使所述照明部20、120、220、320从与所述第一方向不同的第二方向朝所述对象物W照射所述光,并且使所述发光面35中的所述发光位置发生变化,由此来使所述光进行扫描,在所述第二扫描的期间,使所述摄像部10拍摄所述对象物W,

[0215] 所述控制部100根据在所述第一扫描及所述第二扫描时所拍摄的所述对象物W的图像,确定对所述对象物W表面的测定点13进行照明时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置,并基于所确定的发光位置与所述第一方向及所述第二方向,来算出直至所述测定点13为止的距离。

[0216] (结构2)

- [0217] 根据结构1所述的图像检查装置1,其中,
- [0218] 所述摄像部10在所述第1扫描时多次拍摄所述对象物W,以制作多个第1拍摄图像3,在所述第2扫描时多次拍摄所述对象物W,以制作多个第2拍摄图像5,
- [0219] 所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3来制作第1处理图像4,所述第1处理图像4具有与第1发光位置相关的信息,所述第1发光位置是用于对所述对象物W的所述测定点13进行照明的所述发光位置,
- [0220] 根据所述多个第2拍摄图像5来制作第2处理图像6,所述第2处理图像6具有与第2发光位置相关的信息,所述第2发光位置是用于对所述对象物W的所述测定点13进行照明的所述发光位置,
- [0221] 根据所述第1处理图像4中所含的所述第1发光位置的信息、所述第2处理图像6中所含的所述第2发光位置的信息、所述第1方向及所述第2方向,来算出所述距离。
- [0222] (结构3)
- [0223] 根据结构2所述的图像检查装置1,其中,
- [0224] 在所述第1扫描及所述第2扫描中,所述照明部20、120、220、320将线状的所述光照射至所述对象物W,
- [0225] 所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3,将与所述测定点13对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置决定为所述第1发光位置,并使所述第1发光位置包含在像素的信息中,由此来制作所述第1处理图像4,
- [0226] 所述控制部100根据所述多个第2拍摄图像5,将与所述测定点13对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置决定为所述第2发光位置,并使所述第2发光位置包含在像素的信息中,由此来制作所述第2处理图像6。
- [0227] (结构4)
- [0228] 根据结构2所述的图像检查装置1,其中,
- [0229] 在所述第1扫描及所述第2扫描中,所述照明部20、120、220、320将条纹图形的所述光照射至所述对象物W,且使所述条纹图形的相位发生变化,由此来产生与所述光的扫描等价的状态,
- [0230] 所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3,使条纹图形的第1相位 α 的信息作为与所述第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作所述第1处理图像4,
- [0231] 所述控制部100根据所述多个第2拍摄图像5,使条纹图形的第2相位 β 的信息作为与所述第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作所述第2处理图像6。
- [0232] (结构5)
- [0233] 根据结构1至结构4中任一项所述的图像检查装置1,其中,
- [0234] 所述照明部20、120、220、320包括:
- [0235] 多个发光部31、31A-31E,排列成矩阵状,且构成为能选择性地发光;以及
- [0236] 光学系统40、140、240、340,构成为,将从所述多个发光部31、31A-31E的各个发出的所述光的所述照射方向,控制为与各所述多个发光部31、31A-31E的位置对应的方向。
- [0237] (结构6)
- [0238] 根据结构5所述的图像检查装置1,其中,
- [0239] 所述光学系统40、140、240、340包含与所述多个发光部31、31A-31E分别相向地设

置的多个微透镜41、41A-41E、141A-141E、241A-241E、341A-341E。

[0240] (结构7)

[0241] 根据结构6所述的图像检查装置1,其中,

[0242] 所述多个微透镜被配置成,所述多个微透镜41、41A-41E、141A-141E、241A-241E、341A-341E中的至少一部分微透镜的光轴42、42A-42E、142A-142E、242A-242E、342A-342E与跟所述至少一部分微透镜相向的发光部的光轴32、32A-32E偏离。

[0243] (结构8)

[0244] 根据结构7所述的图像检查装置1,其中,

[0245] 所述照明部20、120、220、320被划分为多个照明要素21,

[0246] 在所述多个照明要素21中的至少一个照明要素中,所述至少一部分微透镜41、41A-41E、341A-341E以比所述发光部31、31A-31E的间距P1小的间距P2而配置。

[0247] (结构9)

[0248] 根据结构6所述的图像检查装置1,其中,

[0249] 所述多个微透镜141A-141E、241A-241E被配置成,所述多个微透镜141A-141E、241A-241E中的至少一部分微透镜的光轴142A-142E、242A-242E相对于跟所述至少一部分微透镜相向的发光部31、31A-31E的光轴32、32A-32E而倾斜。

[0250] (结构10)

[0251] 根据结构6至结构9中任一项所述的图像检查装置1,其中,

[0252] 所述照明部20、120、220、320还包括遮光部44,所述遮光部44构成为,遮挡从所述多个发光部31、31A-31E出射的光中的、从所述多个微透镜各自的周围泄漏的光。

[0253] (结构11)

[0254] 一种图像检查方法,是图像检查装置1的图像检查方法,所述图像检查装置1包括:摄像部10,拍摄对象物W;透光性的照明部20、120、220、320,配置在所述对象物W与所述摄像部10之间,具有朝向所述对象物W照射光的发光面35,且构成为能控制所述发光面35中的发光位置及所述光的照射方向;以及控制部100,构成为控制所述摄像部10及所述照明部20、120、220、320,所述图像检查方法包括:

[0255] 步骤S1、S11,在第1扫描中,所述照明部20、120、220、320从第1方向朝所述对象物W照射光,并且使所述发光面35中的所述发光位置发生变化,由此来使所述光进行扫描,在所述第1扫描的期间,所述摄像部10拍摄所述对象物W;

[0256] 步骤S3、S13,在第2扫描中,所述照明部20、120、220、320从与所述第1方向不同的第2方向朝所述对象物W照射所述光,并且使所述发光面35中的所述发光位置发生变化,由此来使所述光进行扫描,在所述第2扫描的期间,所述摄像部10拍摄所述对象物W;以及

[0257] 步骤S2、S4、S5、S12、S14、S15,所述控制部100根据在所述第1扫描及所述第2扫描时所拍摄的所述对象物W的图像,确定对所述对象物W表面的测定点13进行照明时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置,并基于所确定的发光位置与所述第1方向及所述第2方向,来算出直至所述测定点13为止的距离。

[0258] (结构12)

[0259] 根据结构11所述的图像检查方法,其中,

[0260] 在所述第1扫描的期间所述摄像部10拍摄所述对象物W的步骤S1、S11包括:所述摄

像部10多次拍摄所述对象物W,以制作多个第1拍摄图像3的步骤,

[0261] 在所述第2扫描的期间所述摄像部10拍摄所述对象物W的步骤S3、S13包括:所述摄像部10多次拍摄所述对象物W,以制作多个第2拍摄图像5的步骤,

[0262] 算出所述距离的步骤S2、S4、S5、S12、S14、S15包括:

[0263] 步骤S2、S12,所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3来制作第1处理图像4,所述第1处理图像4具有与第1发光位置相关的信息,所述第1发光位置是用于对所述对象物W的所述测定点13进行照明的所述发光位置;

[0264] 步骤S4、S14,所述控制部100根据所述多个第2拍摄图像5来制作第2处理图像6,所述第2处理图像6具有与第2发光位置相关的信息,所述第2发光位置是用于对所述对象物W的所述测定点13进行照明的所述发光位置;以及

[0265] 步骤S5、S15,根据所述第1处理图像4中所含的所述第1发光位置的信息、所述第2处理图像6中所含的所述第2发光位置的信息、所述第1方向及所述第2方向,来算出所述距离。

[0266] (结构13)

[0267] 根据结构12所述的图像检查方法,其中,

[0268] 所述照明部20、120、220、320朝所述对象物W照射所述光的步骤S1、S3包括:所述照明部20、120、220、320将线状图形的所述光照射至所述对象物W的步骤,

[0269] 制作所述第1处理图像4的步骤S2包括下述步骤,即,所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3,将与所述测定点13对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置决定为所述第1发光位置,并使所述第1发光位置包含在像素的信息中,由此来制作所述第1处理图像4,

[0270] 制作所述第2处理图像6的步骤S4包括下述步骤,即,所述控制部100根据所述多个第2拍摄图像5,将与所述测定点13对应的像素的亮度达到最大时的所述照明部20、120、220、320的所述发光位置决定为所述第2发光位置,并使所述第2发光位置包含在像素的信息中,由此来制作所述第2处理图像6。

[0271] (结构14)

[0272] 根据结构12所述的图像检查方法,其中,

[0273] 所述照明部20、120、220、320朝所述对象物W照射所述光的步骤S11、S13包括下述步骤,即,所述照明部20、120、220、320将条纹图形的所述光照射至所述对象物W,且使所述条纹图形的相位发生变化,由此来产生与所述光的扫描等价的状态,

[0274] 制作所述第1处理图像4的步骤S12包括下述步骤,即,所述控制部100根据所述多个第1拍摄图像3,使条纹图形的第1相位 α 的信息作为与所述第1发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作所述第1处理图像4,

[0275] 制作所述第2处理图像6的步骤S14包括下述步骤,即,所述控制部100根据所述多个第2拍摄图像5,使条纹图形的第2相位 β 的信息作为与所述第2发光位置相关的信息而包含在像素的信息中,由此来制作所述第2处理图像6。

[0276] 应认为,此次揭示的各实施方式在所有方面仅为示例,并非限制者。本发明的范围是由权利要求而非所述说明所示,且意图包含与权利要求均等的含义及范围内的所有变更。而且,在实施方式及各变形例中所说明的发明意图尽可能单独或组合实施。

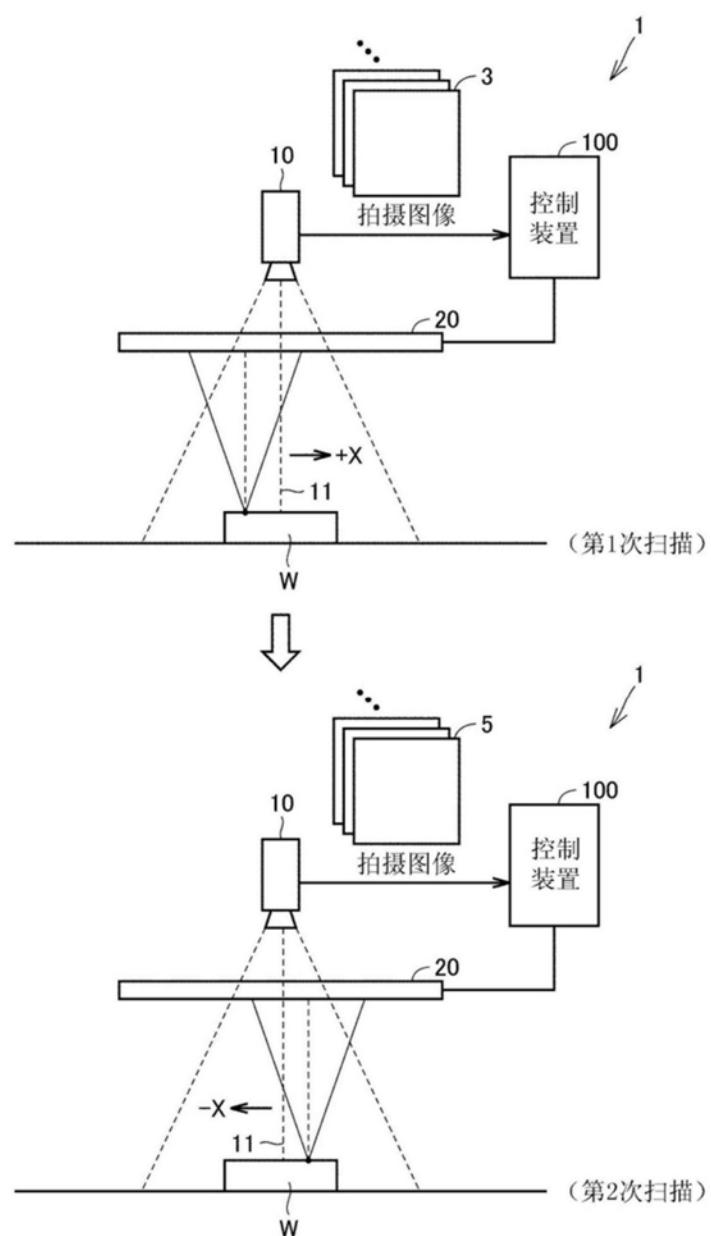


图1

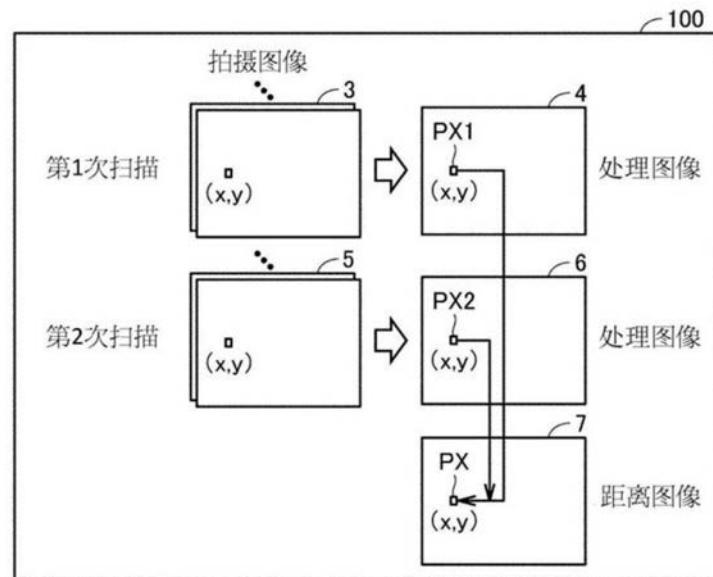


图2

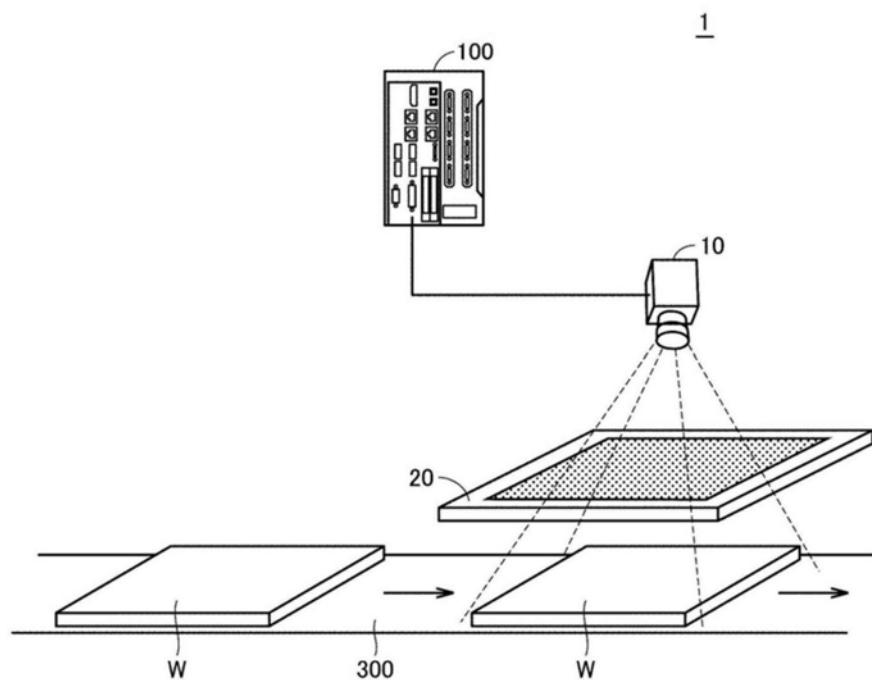


图3

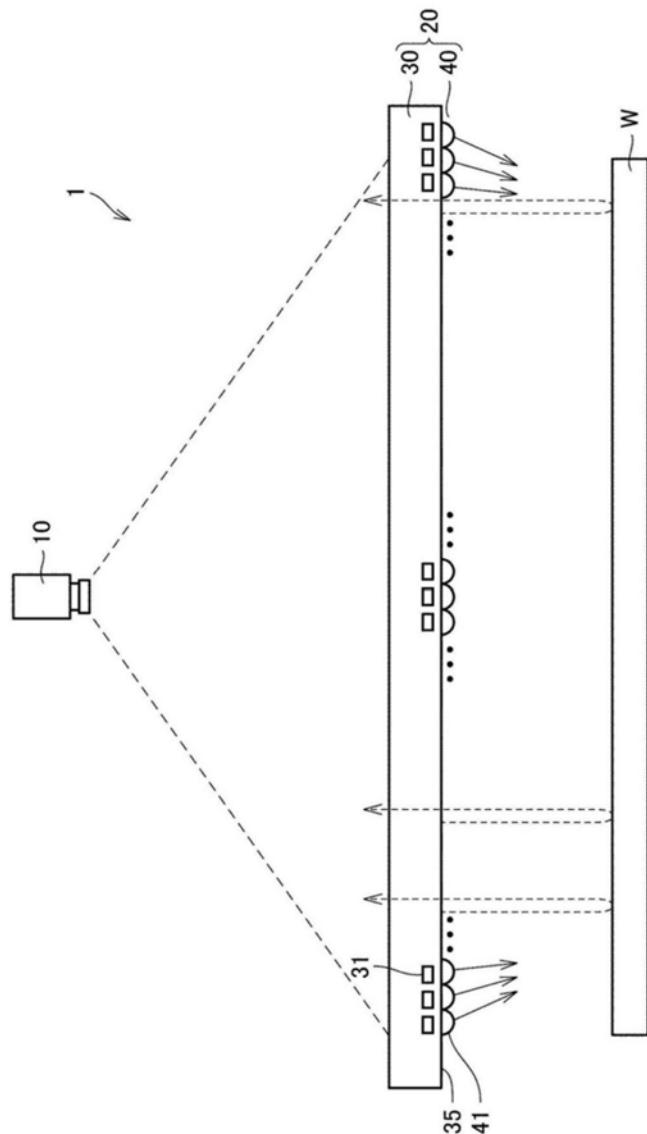


图4

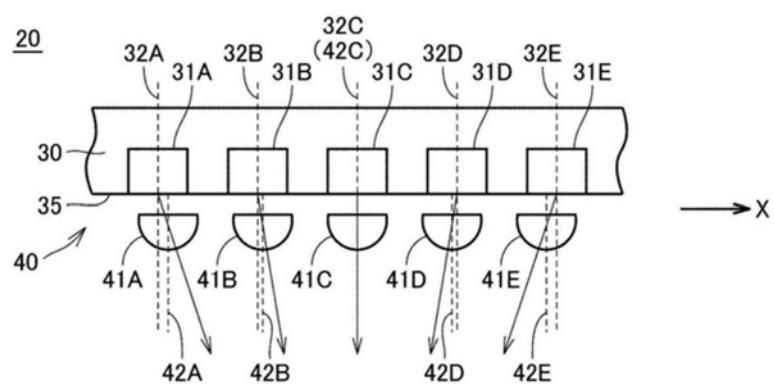


图5

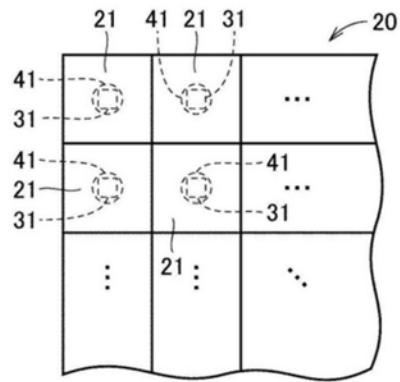


图6

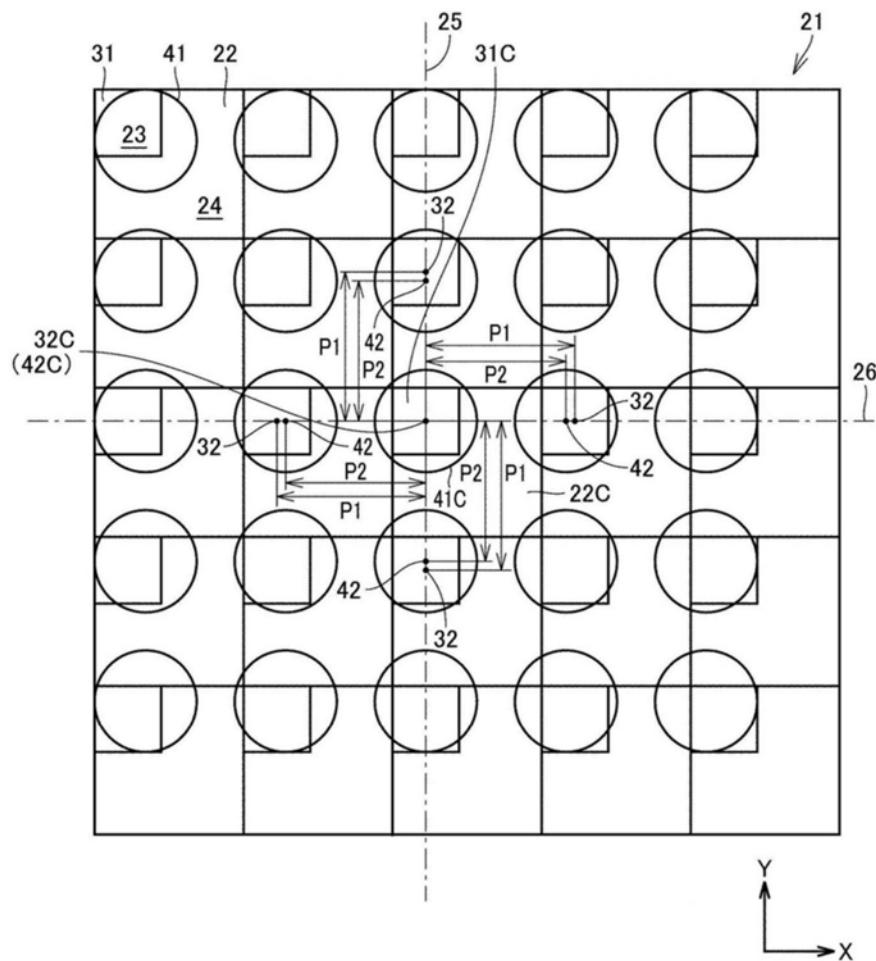


图7

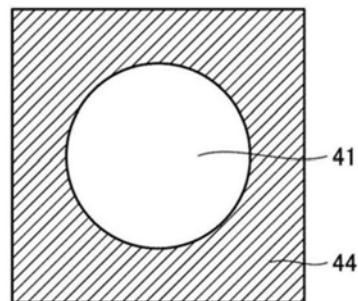


图8

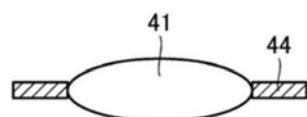


图9

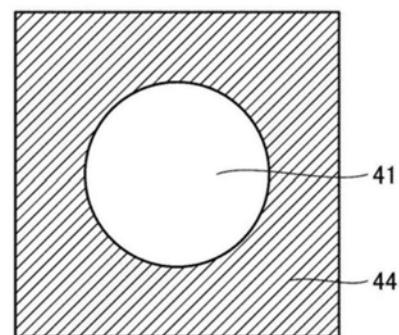


图10

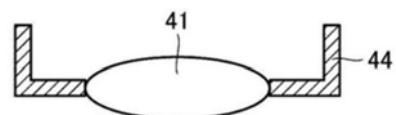


图11

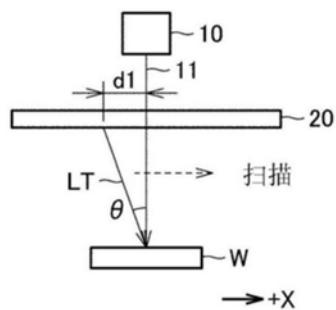


图12

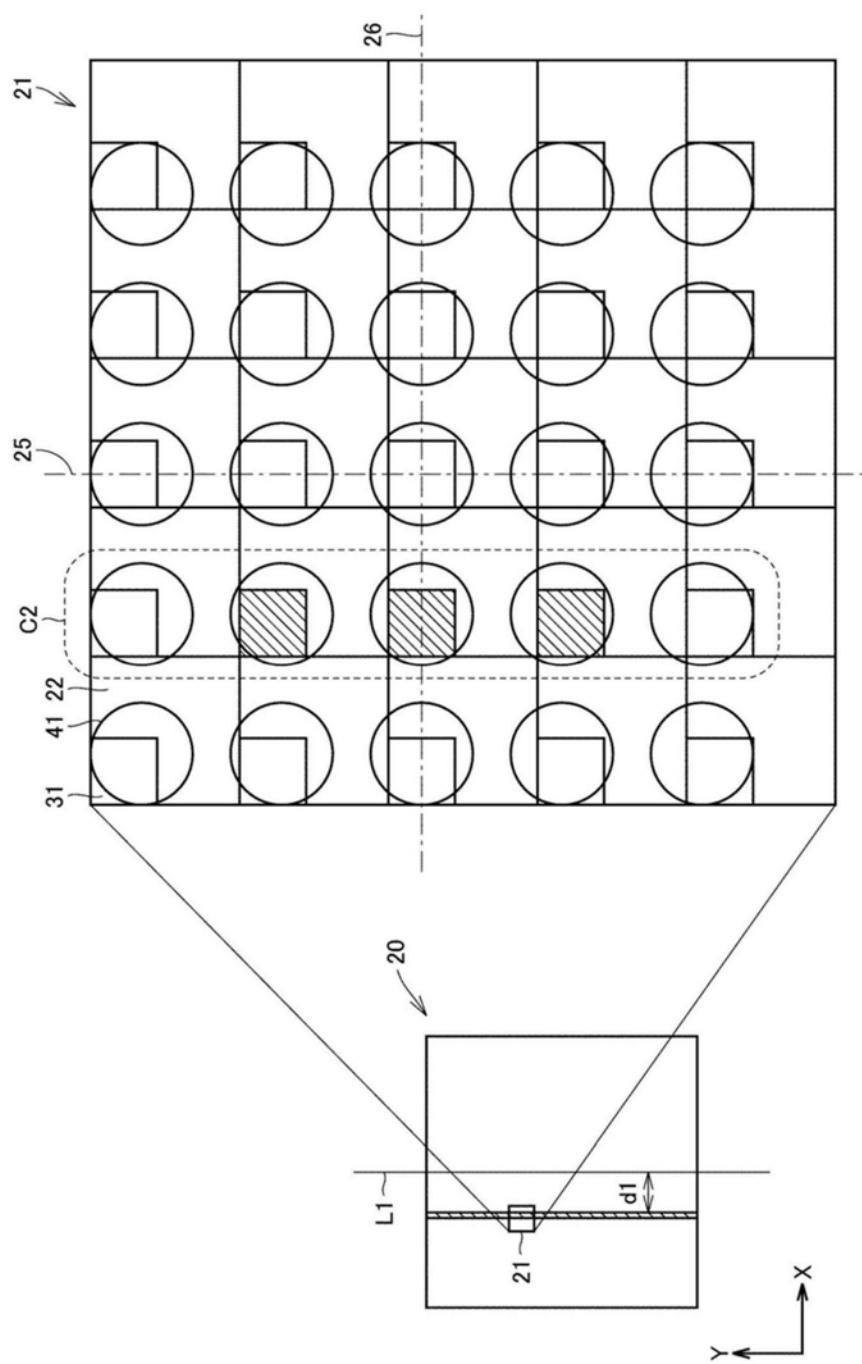


图13

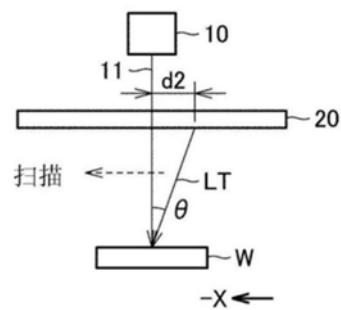


图14

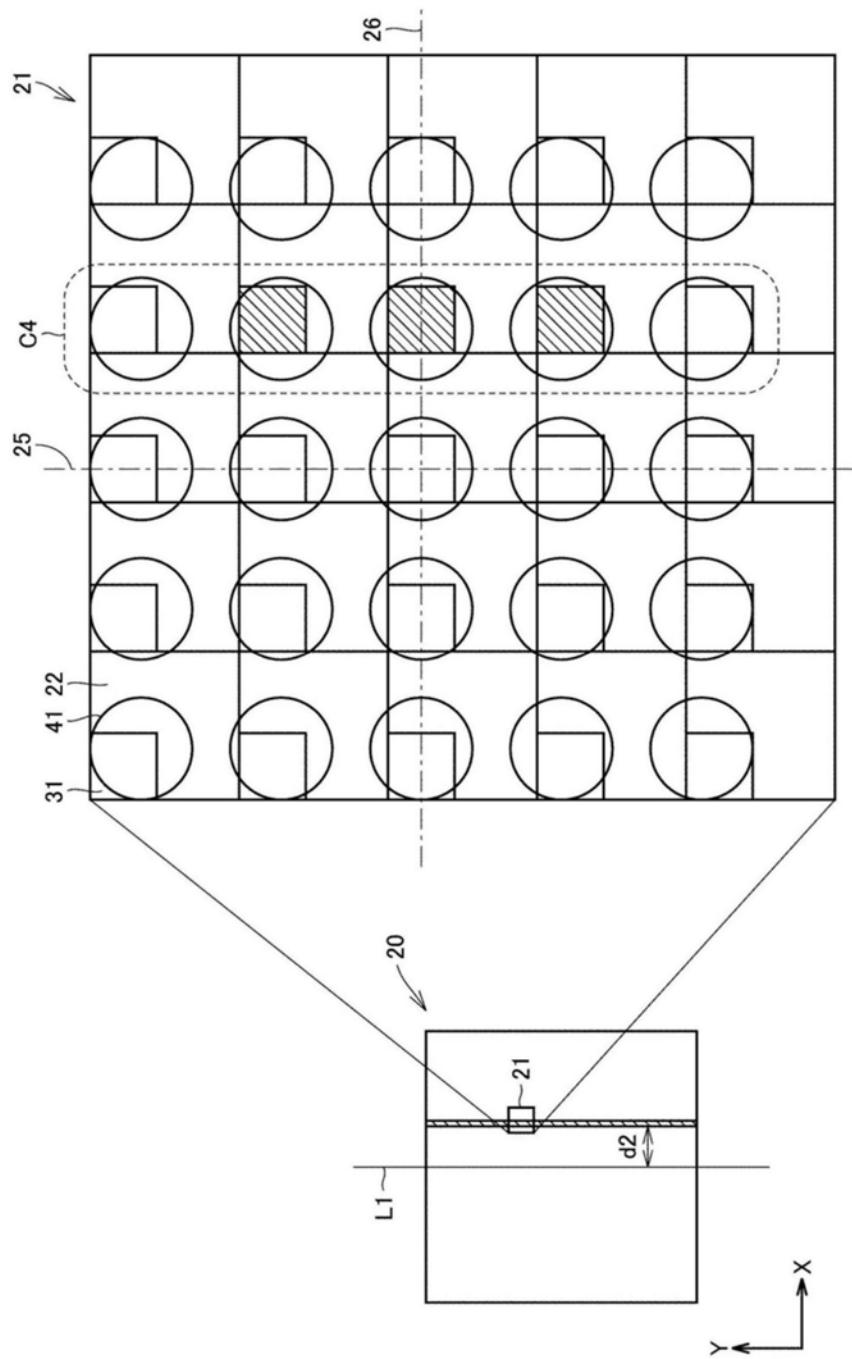


图15

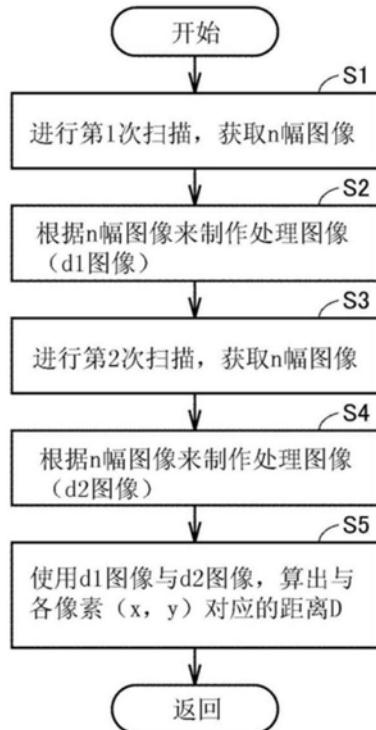


图16

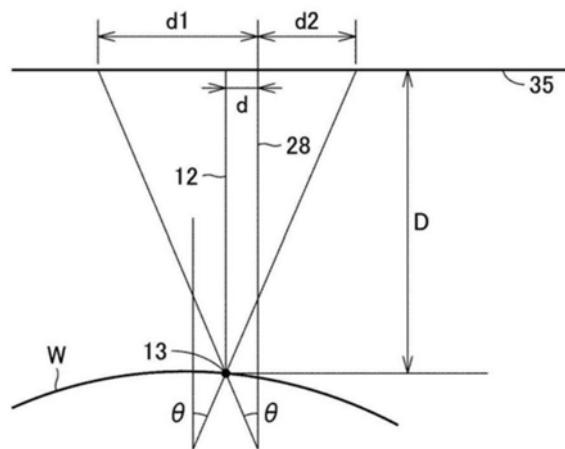


图17

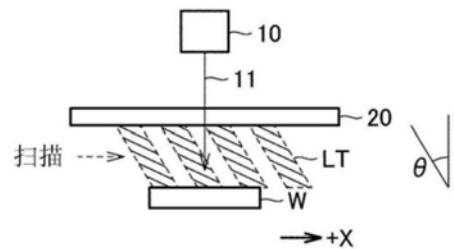


图18

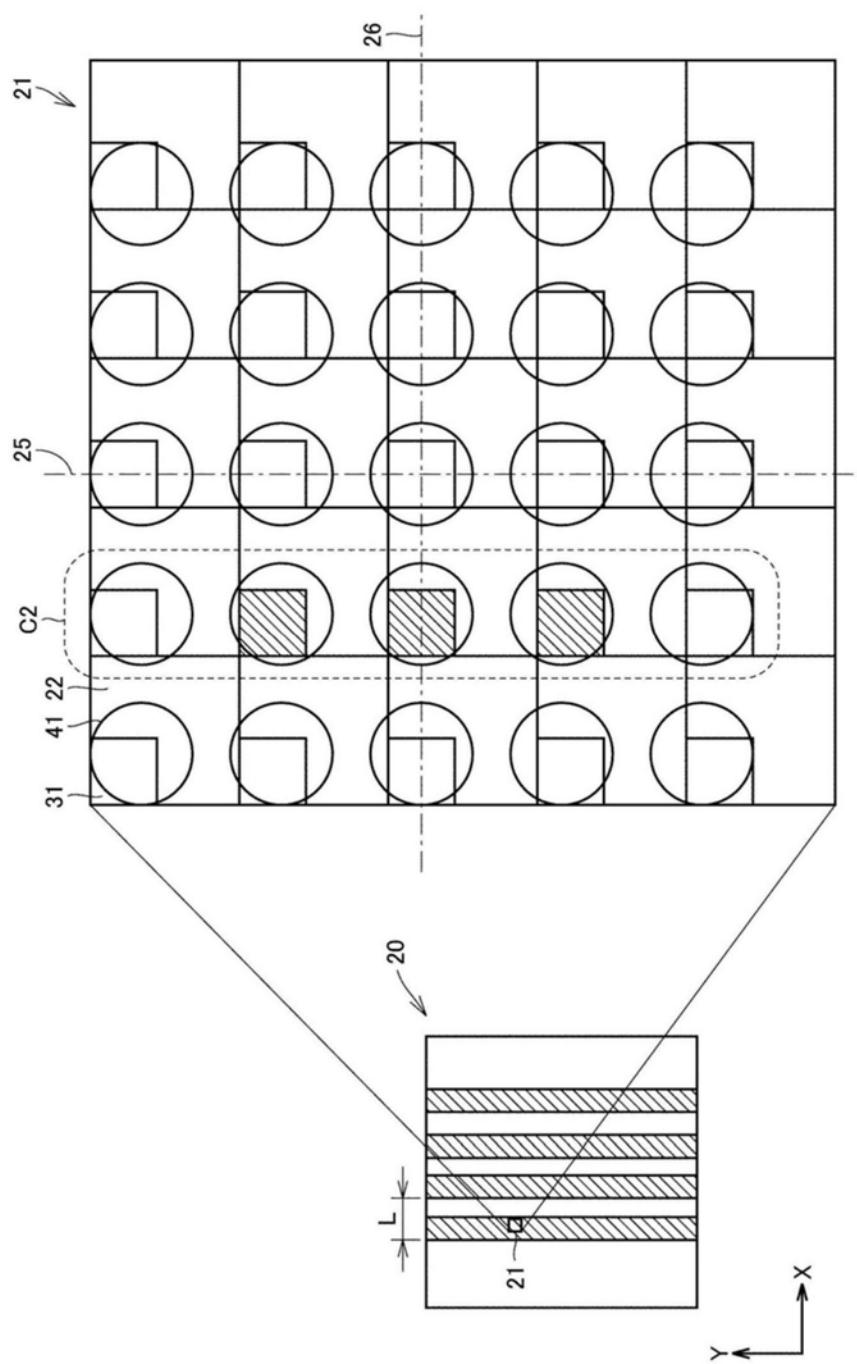


图19

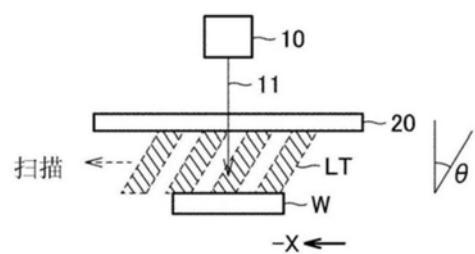


图20

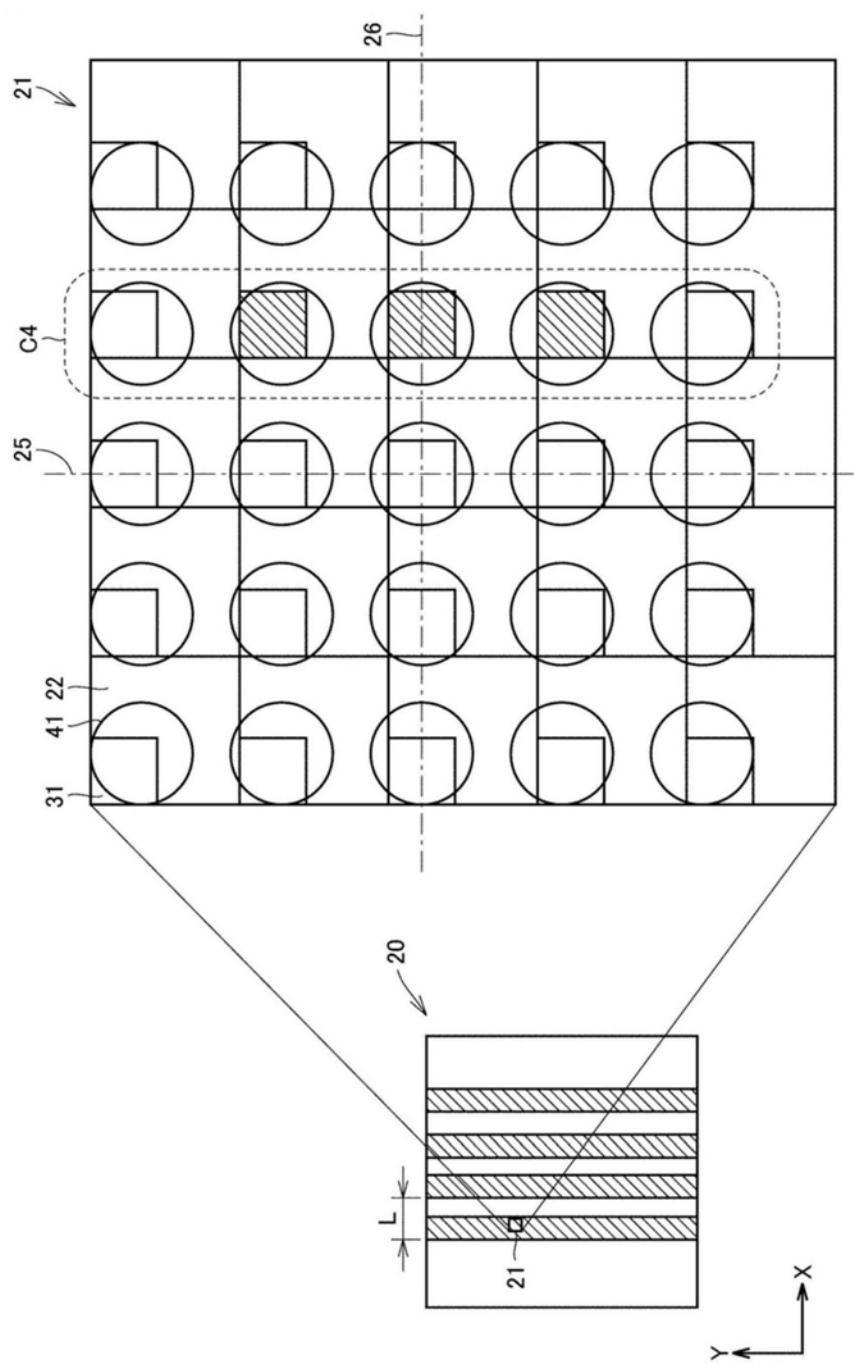


图21

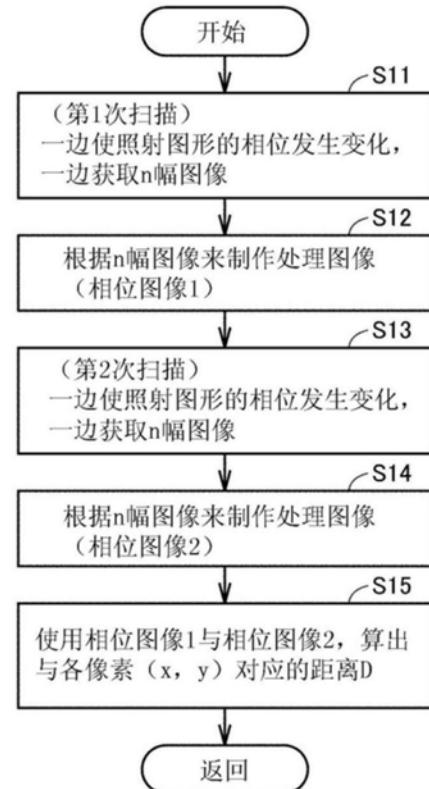


图22

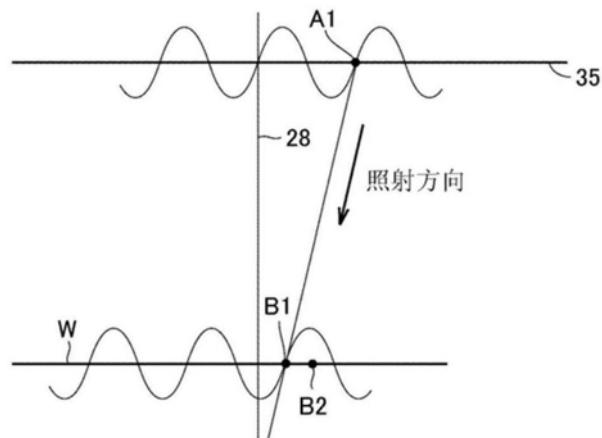


图23

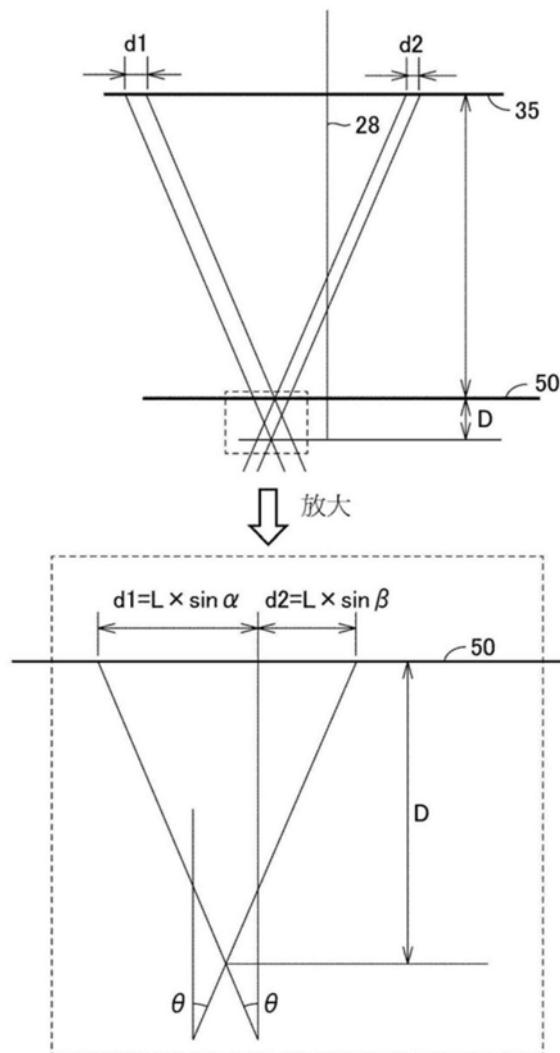


图24

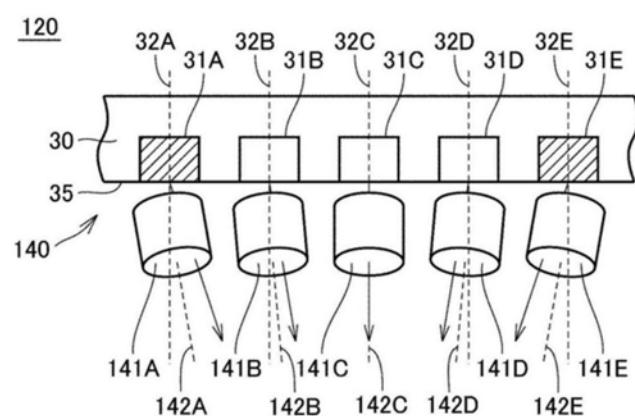


图25

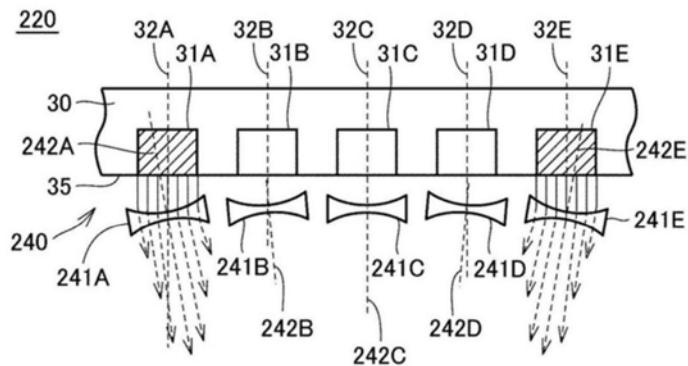


图26

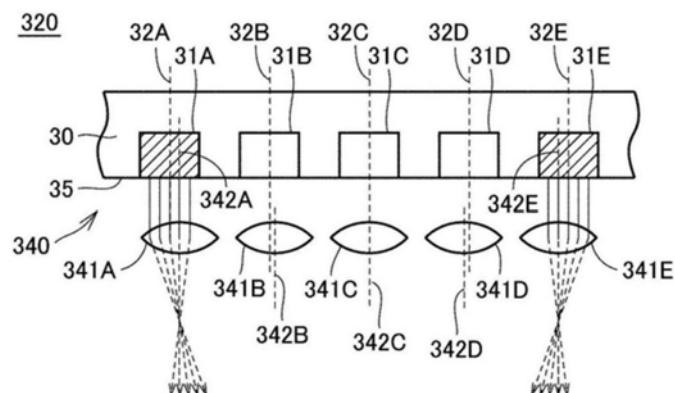


图27