



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104570170 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410527602. 2

(22) 申请日 2014. 10. 09

(30) 优先权数据

2013-212298 2013. 10. 09 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 五十岚一也 川端一成 伊庭润

(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 欧阳帆

(51) Int. Cl.

G02B 3/00(2006. 01)

H01L 27/14(2006. 01)

H04N 5/335(2011. 01)

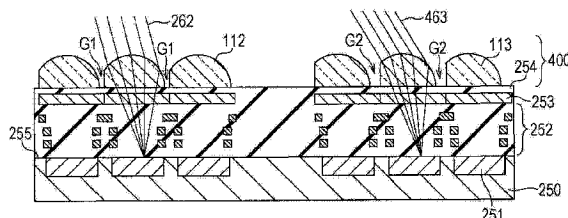
权利要求书4页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

光学元件阵列、光电转换装置以及图像拾取系统

(57) 摘要

本发明涉及光学元件阵列、光电转换装置以及图像拾取系统。光学元件阵列包括第一光学元件和比第一光学元件更远离阵列区域中心的第二光学元件。第一和第二光学元件的正交投影分别包括第一、第二端部和第三、第四端部，并且其顶点在第一和第二位置处。第三端部和第二位置之间的间隔小于第一端部和第一位置之间的间隔以及第四端部和第二位置之间的间隔。第一和第二光学元件分别包括从其顶点延伸到第二和第四端部的第一和第二外缘。第二外缘的曲率半径或曲率半径的中间值在第一外缘的曲率半径或曲率半径的中间值的80%至120%的范围内。



1. 一种光学元件阵列,其特征在于包括:
 - 多个光学元件,至少包括位于同一平面上的第一光学元件和第二光学元件,
 - 其中第一光学元件位于阵列区域的中心处,所述阵列区域是其中布置有光学元件的同一平面上的区域,
 - 第二光学元件比第一光学元件距离阵列区域的中心更远,
 - 第一光学元件在所述平面上的正交投影包括第一端部和第二端部,所述第二端部比第一端部距离第二光学元件更近并且位于穿过第一端部和阵列区域的中心的第一直线上,
 - 第一光学元件的顶点在所述平面上的正交投影与第一端部和第二端部的间隔相等并且位于第一直线上的第一位置处,
 - 第二光学元件在所述平面上的正交投影包括位于第一直线上的第三端部和位于第一直线上并且比第三端部距离阵列区域的中心更远的第四端部,
 - 第二光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第二位置处,
 - 第三端部和第二位置之间的间隔小于第一端部和第一位置之间的间隔,并且也小于第四端部和第二位置之间的间隔,
 - 在第一光学元件的横截面中,所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线,第一光学元件包括从第一光学元件的顶点延伸到第二端部的第一外缘,
 - 在第二光学元件的横截面中,所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线,第二光学元件包括从第二光学元件的顶点延伸到第四端部的第二外缘,并且
 - 第二外缘的曲率半径或第二外缘的曲率半径的中间值大于或等于第一外缘的曲率半径或第一外缘的曲率半径的中间值的 80% 并且小于或等于第一外缘的曲率半径或第一外缘的曲率半径的中间值的 120%。
2. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列,其中第三端部和第四端部之间的间隔小于第一端部和第二端部之间的间隔。
3. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列,其中第二光学元件具有关于所述横截面对称的形状。
4. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列,其中光学元件还包括第三光学元件,沿着第一直线所述第三光学元件比第二光学元件距离阵列区域的中心更远,
 - 第三光学元件在所述平面上的正交投影包括位于第一直线上的第五端部和位于第一直线上并且比第五端部距离阵列区域的中心更远的第六端部,
 - 第三光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第三位置处,
 - 第五端部和第三位置之间的间隔小于第三端部和第二位置之间的间隔,
 - 在第三光学元件的横截面中,所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线,第三光学元件包括从第三光学元件的顶点延伸到第六端部的第三外缘,并且
 - 第三外缘的曲率半径或第三外缘的曲率半径的中间值大于或等于第二外缘的曲率半径的 80% 并且小于或等于第二外缘的曲率半径的 120%, 或者大于或等于第二外缘的曲率半径的中间值的 80% 并且小于或等于第二外缘的曲率半径的中间值的 120%。
5. 根据权利要求 4 所述的光学元件阵列,其中光学元件还包括第四光学元件、第五光学元件和第六光学元件,所述第四光学元件沿着第一直线与第一光学元件邻近,所述第五光学元件沿着第一直线与第二光学元件邻近,所述第六光学元件沿着第一直线与第三光学

元件邻近，

其中第二光学元件和第五光学元件之间的间隔大于第一光学元件和第四光学元件之间的间隔，并且

第三光学元件和第六光学元件之间的间隔大于第二光学元件和第五光学元件之间的间隔。

6. 根据权利要求 4 所述的光学元件阵列，其中第五端部和第六端部之间的间隔小于第三端部和第四端部之间的间隔。

7. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列，其中光学元件阵列包括其中布置有多个第一光学元件的第一区域和其中布置有多个第二光学元件的第二区域。

8. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列，其中第二光学元件在所述平面上的正交投影在第二光学元件中位于第一直线上的第四位置处具有沿着第二直线的第一宽度，所述第二直线位于所述平面上并且垂直于第一直线，并且第二光学元件在所述平面上的正交投影在第二光学元件中位于第一直线上的第五位置处具有沿着第二直线的第二宽度，所述第五位置比第四位置距离阵列区域的中心更远，第二宽度小于第一宽度，

在第二光学元件的第一横截面中，所述第一横截面垂直于所述平面并且包括第一宽度，第二光学元件具有第一曲率半径和第一最大高度，

在第二光学元件的第二横截面中，所述第二横截面垂直于所述平面并且包括第二宽度，第二光学元件具有第二曲率半径和第二最大高度，并且

第二曲率半径大于第一曲率半径，并且第二最大高度小于第一最大高度。

9. 根据权利要求 1 所述的光学元件阵列，其中第二光学元件在所述平面上的正交投影在第二光学元件中位于第一直线上的第四位置处具有沿第二直线的第一宽度，所述第二直线位于所述平面上并且垂直于第一直线，并且第二光学元件在所述平面上的正交投影在第二光学元件中位于第一直线上的第五位置处具有沿着第二直线的第二宽度，所述第五位置比第四位置距离阵列区域的中心更远，第二宽度小于第一宽度，

在第二光学元件的第一横截面中，所述第一横截面垂直于所述平面并且包括第一宽度，第二光学元件具有第一最大高度，

在第二光学元件的第二横截面中，所述第二横截面垂直于所述平面并且包括第二宽度，第二光学元件具有第二最大高度，并且

第二高度小于第一高度，并且第五位置位于第二光学元件在所述平面上的正交投影的外缘上。

10. 一种光学元件阵列，其特征在于包括：

多个光学元件，至少包括位于同一平面上的第一光学元件和第二光学元件，

其中第二光学元件比第一光学元件距离阵列区域的中心更远，所述阵列区域是其中布置有光学元件的同一平面上的区域，

第一光学元件在所述平面上的正交投影包括第一端部和第二端部，所述第二端部比第一端部距离阵列区域的中心更远并且位于穿过第一端部和阵列区域的中心的第一直线上，

第一光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第一位置处，

第二光学元件在所述平面上的正交投影包括第三端部和第四端部，所述第三端部位于第一直线上，所述第四端部位于第一直线上并且比第三端部距离阵列区域的中心更远，

第二光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第二位置处，

第三端部和第二位置之间的间隔小于第一端部和第一位置之间的间隔，并且也小于第四端部和第二位置之间的间隔，

在第一光学元件的横截面中，所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线，第一光学元件包括从第一光学元件的顶点延伸到第二端部的第一外缘，

在第二光学元件的横截面中，所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线，第二光学元件包括从第二光学元件的顶点延伸到第四端部的第二外缘，并且

第二外缘的曲率半径或第二外缘的曲率半径的中间值大于或等于第一外缘的曲率半径的 80% 并且小于或等于第一外缘的曲率半径的 120%，或者大于或等于第一外缘的曲率半径的中间值的 80% 并且小于或等于第一外缘的曲率半径的中间值的 120%。

11. 根据权利要求 10 所述的光学元件阵列，其中第三端部和第四端部之间的间隔小于第一端部和第二端部之间的间隔。

12. 根据权利要求 10 所述的光学元件阵列，其中第二光学元件具有关于所述横截面对称的形状。

13. 根据权利要求 10 所述的光学元件阵列，其中光学元件还包括第三光学元件，沿着第一直线所述第三光学元件比第二光学元件距离阵列区域的中心更远，

第三光学元件在所述平面上的正交投影包括第五端部和第六端部，所述第五端部位于第一直线上，所述第六端部位于第一直线上并且比第五端部距离阵列区域的中心更远，

第三光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第三位置处，

第五端部和第三位置之间的间隔小于第三端部和第二位置之间的间隔，

在第三光学元件的横截面中，所述横截面垂直于所述平面并且包括第一直线，第三光学元件包括从第三光学元件的顶点延伸到第六端部的第三外缘，并且

第三外缘的曲率半径或第三外缘的曲率半径的中间值大于或等于第二外缘的曲率半径的 80% 并且小于或等于第二外缘的曲率半径的 120%，或者大于或等于第二外缘的曲率半径的中间值的 80% 并且小于或等于第二外缘的曲率半径的中间值的 120%。

14. 根据权利要求 13 所述的光学元件阵列，其中光学元件还包括第四光学元件、第五光学元件和第六光学元件，所述第四光学元件沿着第一直线与第一光学元件邻近，所述第五光学元件沿着第一直线与第二光学元件邻近，所述第六光学元件沿着第一直线与第三光学元件邻近，

其中第二光学元件和第五光学元件之间的间隔大于第一光学元件和第四光学元件之间的间隔，并且

第三光学元件和第六光学元件之间的间隔大于第二光学元件和第五光学元件之间的间隔。

15. 根据权利要求 13 所述的光学元件阵列，其中第五端部和第六端部之间的间隔小于第三端部和第四端部之间的间隔。

16. 一种光电转换装置，其特征在于包括：

根据权利要求 1 或 10 所述的光学元件阵列；以及

半导体衬底，包括第一光电转换元件和第二光电转换元件，所述第一光电转换元件被提供为与第一光学元件对应，并且第二光电转换元件被提供为与第二光学元件对应。

17. 根据权利要求 16 所述的光电转换装置，

其中第一光电转换元件形成第一像素，并且第二光电转换元件形成第二像素，
第一像素和第二像素在所述平面上的正交投影包括具有各自的中心的矩形区域，
第一光学元件和第二光学元件的正交投影具有各自的中心，并且

在第一像素、第二像素、第一光学元件和第二光学元件在所述平面上的正交投影中，第二光学元件的中心和第二像素的矩形区域的中心沿着第一直线布置，并且第二光学元件的中心从第二像素的矩形区域的中心朝着阵列区域的中心移动第一长度。

18. 一种图像拾取系统，其特征在于包括：

光电转换装置，所述光电转换装置包括根据权利要求 1 或 10 的光学元件阵列和半导体衬底，所述半导体衬底包括第一光电转换元件和第二光电转换元件，所述第一光电转换元件被提供为与第一光学元件对应，并且第二光电转换元件被提供为与第二光学元件对应；
以及

信号处理单元，对来自光电转换装置的信号进行处理。

光学元件阵列、光电转换装置以及图像拾取系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光学元件阵列、包括光学元件阵列的光电转换装置以及图像拾取系统。

背景技术

[0002] 光电转换装置包括诸如微透镜阵列的光学元件阵列。日本专利特开 2006-049721 号公开了这样的光电转换装置：其中光电转换装置外部（外围）区域中的微透镜的凸面的最大曲率大于光电转换装置中心区域中的微透镜的凸面的最大曲率，从而可以有效地收集斜射入到光电转换装置上的光。

发明内容

[0003] 光学元件阵列包括多个光学元件，所述多个光学元件至少包括位于同一平面的第一光学元件和第二光学元件。第一光学元件位于阵列区域的中心处，所述阵列区域是其中布置光学元件的相同平面上的区域。第二光学元件比第一光学元件距离阵列区域的中心更远。第一光学元件在平面上的正交投影包括第一端部和第二端部，所述第二端部比第一端部距离第二光学元件更近并且位于穿过第一端部和阵列区域的中心的第一直线上。第一光学元件的顶点在平面上的正交投影与第一端部和第二端部的间隔相等并且位于第一直线上的第一位置处。第二光学元件在平面上的正交投影包括位于第一直线上的第三端部和位于第一直线上并且比第三端部距离阵列区域的中心更远的第四端部。第二光学元件的顶点在平面上的正交投影位于第一直线上的第二位置。第三端部与第二位置之间的间隔小于第一端部与第一位置之间的间隔，并且也小于第四端部与第二位置之间的间隔。在第一光学元件的横截面中，该横截面垂直于所述平面并且包括第一直线，第一光学元件包括从第一光学元件的顶点延伸到第二端部的第一外缘。在第二光学元件的横截面中，该横截面垂直于所述平面并且包括第一直线，第二光学元件包括从第二光学元件的顶点延伸到第四端部的第二外缘。第二外缘的曲率半径或第二外缘的曲率半径的中间值大于或等于第一外缘的曲率半径或第一外缘的曲率半径的中间值的 80% 并且小于或等于第一外缘的曲率半径或第一外缘的曲率半径的中间值的 120%。

[0004] 光学元件阵列包括多个光学元件，所述多个光学元件至少包括位于同一平面上的第一光学元件和第二光学元件。第二光学元件比第一光学元件距离阵列区域的中心更远，所述阵列区域是其中布置光学元件的相同平面上的区域。第一光学元件在所述平面上的正交投影包括第一端部和第二端部，所述第二端部比第一端部距离阵列区域的中心更远并且位于穿过第一端部和阵列区域的中心的第一直线上。第一光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第一位置处。第二光学元件在所述平面上的正交投影包括位于第一直线上的第三端部和位于第一直线上并且比第三端部距离阵列区域的中心更远的第四端部。第二光学元件的顶点在所述平面上的正交投影位于第一直线上的第二位置处。第三端部与第二位置之间的间隔小于第一端部与第一位置之间的间隔，并且也小于第四端部

与第二位置之间的间隔。在第一光学元件的横截面中,该横截面垂直于所述平面并且包括第一直线,第一光学元件包括从第一光学元件的顶点延伸到第二端部的第一外缘。在第二光学元件的横截面中,该横截面垂直于所述平面并且包括第一直线,第二光学元件包括从第二光学元件的顶点延伸到第四端部的第二外缘。第二外缘的曲率半径或第二外缘的曲率半径的中间值大于或等于第一外缘的曲率半径的 80% 且小于或等于第一外缘的曲率半径的 120%, 或者大于或等于第一外缘的曲率半径的中间值的 80% 且小于或等于第一外缘的曲率半径的中间值的 120%。

[0005] 参照附图根据下列示例性实施例的描述,本发明的更多特征将变得明白。

附图说明

- [0006] 图 1 是用于描述第一实施例的示意性平面图。
- [0007] 图 2A 是用于描述根据第一实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0008] 图 2B 是用于描述第一实施例的示意性截面图。
- [0009] 图 3A 是用于描述根据第一实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0010] 图 3B 是用于描述第一实施例的示意性截面图。
- [0011] 图 4A 是用于描述根据第二实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0012] 图 4B 是用于描述第二实施例的示意性截面图。
- [0013] 图 5 是用于描述第二实施例的示意性平面图。
- [0014] 图 6A 是用于描述第二实施例的曲线图。
- [0015] 图 6B 是用于描述第二实施例的曲线图。
- [0016] 图 7A 是用于描述第三实施例的示意性截面图。
- [0017] 图 7B 是用于描述第三实施例的示意性截面图。
- [0018] 图 8A 是用于描述根据第四实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0019] 图 8B 是用于描述根据第四实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0020] 图 8C 是用于描述根据第四实施例的光学元件阵列的形状的图。
- [0021] 图 9 是用于描述根据任一实施例的光学元件的形状的图。

具体实施方式

[0022] 关于日本专利特开 2006-049721 号中描述的微透镜,虽然考虑了微透镜的凸面的最大曲率,但是没有考虑微透镜的端部的曲率。微透镜的端部的曲率与微透镜的位置之间的关系也没有考虑。

[0023] 当光学元件的端部根据光学元件在光学元件阵列的阵列区域中的位置而具有不同的曲率时,有可能在阵列区域的外围处将会降低光学元件的光收集性能。光学元件的光收集性能在阵列区域的外围处的降低可能在光电转换装置中引起图像的阴影。

[0024] 因此,本公开提供光学元件阵列,采用该光学元件阵列可以抑制光学元件的光收集性能在阵列区域的外围处的降低。

[0025] 将描述根据本公开的实施例的光学元件阵列的结构。可以适当地对实施例进行修改或组合。根据本公开的光学元件阵列可以被包括在光电转换装置、显示设备、包含光电转换装置的图像拾取系统或包含显示设备的显示系统中。

[0026] 在下面的描述中,穿过某中心 O 的 X 轴方向(第一方向)、 Y 轴方向(第二方向)和 Z 轴方向(第三方向)被用作参考物(reference)。但是,参考物不限于此。例如,相对于图 1 中所示的 X 轴方向倾斜角度 θ_1 的方向 131 可以定义为第一方向,而与方向 131 垂直的方向可以定义为第二方向。换句话说,从其中布置有光学元件的区域(阵列区域)的中心向该区域的外围放射状地延伸的任何方向可以定义为第一方向,而与第一方向垂直的方向可以定义为第二方向。在下面的描述中,假设光学元件阵列沿着包括第一方向和第二方向的平面延伸。

[0027] 第一实施例

[0028] 将参照图 1、2A 和 2B 描述根据第一实施例的光学元件阵列。图 1 是示出了光学元件阵列 100 的示意性平面图。该示意性平面图示出了其中每个元件被投影到包括 X 轴和垂直于 X 轴的 Y 轴的平面上的投影图像(正交投影图像)。

[0029] 光学元件阵列 100 包括同一平面上的多个光学元件 110。光学元件 110 被布置在阵列区域 120 中。阵列区域 120 的正交投影具有中心(在下文中称为中心 O)。阵列区域 120 的中心 O 是其中在至少一个方向上布置光学地起作用的光学元件 110 的区域的中心。在这里,没有光学地起作用的光学元件包括例如布置在光电转换装置的包括光学黑区、外围电路区域等的遮光区域中的光学元件。布置光学元件 110 使得光学元件 110 的正交投影图像的中心在沿单一方向延伸的直线上。

[0030] 在本实施例中,光学元件 110 布置在包括 X 轴和垂直于 X 轴的 Y 轴的平面上。更具体地,光学元件 110 布置在包括 n 列(n 是自然数)和 m 行(m 是自然数)的矩阵图案(二维图案)中,所述列布置在沿着 X 轴的方向(在下文中称为 X 轴方向)上,所述行布置在沿着 Y 轴的方向(在下文中称为 Y 轴方向)上。一个方向被定义为 X 轴方向(直线)。在图 1 中,每个光学元件 110 的坐标被定义为 (m, n) 。在下面的描述中,光学元件 111(第一光学元件)和光学元件 112(第二光学元件)将作为示例被描述。如图 1 所示,在本实施例中,光学元件 111 在阵列区域 120 的中心 O 处,并且在 X 轴方向上光学元件 112 与光学元件 111 隔开长度 141。在这里,假设光学元件 110 的底表面被包括在上述平面中。

[0031] 图 2A 是用于描述光学元件 111 和光学元件 112 的沿着在 X 轴方向和沿 Z 轴的方向(在下文中称为 Z 轴方向)上延伸的平面的横截面形状的示意图。 Z 轴与 X 轴、 Y 轴都垂直。在下面的描述中,每个光学元件在 X 轴方向、 Y 轴方向和 Z 轴方向上的尺寸分别定义为长度、宽度和高度。现在详细描述光学元件 111 和光学元件 112 的形状。在示出了光学元件的横截面形状的图中,例如图 2A,横截面形状可称为横截面。

[0032] 光学元件 111 具有半球形状,并且在沿 X 轴方向和 Z 轴方向延伸的平面中在 Z 轴上有顶点。参照图 2A,在光学元件 111 的横截面 211 中,光学元件 111 包括布置在第一方向上的第一端部 201 和第二端部 202。每个端部既可以是点也可以是线。在下面的描述中,端部是布置在第一方向(直线)上的点。如横截面 211 中所示,光学元件 111 具有在 $Z = 0$ 的位置处沿着 X 轴延伸的底表面 243。光学元件 111 的第一端部 201 在与 X 轴方向相反的方向上与中心 O 隔开,并且光学元件 111 的第二端部 202 在 X 轴方向上与中心 O 隔开。在 X 轴方向上第一端部 201 和第二端部 202 之间的长度为长度 220。第一端部 201 和第二端部 202 之间的长度可以是光学元件 111 在 X 轴方向上的最大长度。在这里,两个位置之间的长度可意指间隔或距离。

[0033] 如图 2A 所示,在正交投影图像中光学元件 111 具有位于 X 轴方向上的第一位置 207 处的第一顶点 205。光学元件 111 相对于底表面 243 的穿过顶点 205 的法线具有旋转对称的形状。在这里,顶点是光学元件的最高部分。光学元件可以具有平坦的顶表面。在这种情况下,平坦表面上的任一点的高度可以定义为顶点的高度。同样在下面的描述中,顶点具有相同的意思。第一顶点 205 位于在 Z 轴方向上与底表面 243 隔开长度 230 的位置。换句话说,光学元件 111 的高度是长度 230。另外,在正交投影图像中,第一位置 207 和第一端部 201 之间的长度等于第一位置 207 和第二端部 202 之间的长度。当假设光学元件 111 被设在作为具有长度 220 的矩形区域的单位单元中时,可以说第一顶点 205 位于单位单元的中心 C1 处。在本实施例中,第一位置 207 位于图 1 中阵列区域 120 的中心 O 处。

[0034] 光学元件 112 具有非球面形状。当横截面 212 被设为参照物时,光学元件 112 是对称的(线对称)。但是,光学元件 112 不具有相对于底表面 243 的穿过第二顶点 206 的法线旋转对称的形状。光学元件 112 可以例如具有如图 8A 至 8C 中所示的平面形状(这将在下面描述)或被称为泪珠形状的形状。

[0035] 参照图 2A,光学元件 112 的横截面 212 包括第三端部 203 和第四端部 204。如横截面 212 中所示,光学元件 112 具有在 $Z = 0$ 的位置处沿着 X 轴延伸的底表面 244。光学元件 112 的第三端部 203 距中心 O 较近,而光学元件 112 的第四端部 204 距中心 O 较远。在 X 轴方向上第三端部 203 和第四端部 204 之间的长度为长度 221。第三端部 203 和第四端部 204 之间的长度可以为光学元件 112 在 X 轴方向上的最大长度。

[0036] 如图 2A 所示,光学元件 112 具有位于 X 轴方向上的第二位置 208 处的第二顶点 206。在 Z 轴方向上第二顶点 206 在与底表面 244 隔开长度 230 的位置处。换句话说,光学元件 112 的高度是长度 230,其与光学元件 111 的高度相同。在正交投影图像中,第二位置 208 和第三端部 203 之间的长度小于第二位置 208 和第四端部 204 之间的长度。当假设光学元件 112 被设在作为具有长度 220 的矩形区域的单位单元中时,可以说相比于单位单元的中心 C2,第二顶点 206 与中心 O 的距离要近长度 223。

[0037] 当光学元件 111 和光学元件 112 彼此相比较时,在 X 轴方向上,第一端部 201 和第一位置 207 之间的长度大于第三端部 203 和第二位置 208 之间的长度。换句话说,不像光学元件 111 的第一顶点 205 和中心 O 之间的位置关系,第二顶点 206 从光学元件 112 的中心向中心 O 偏移。另外,长度 221 比长度 220 小长度 222,其中长度 221 是第三端部 203 和第四端部 204 之间的长度,长度 220 是第一端部 201 和第二端部 202 之间的长度。

[0038] 光学元件 111 和光学元件 112 中的每一个具有下面将描述的多个外缘。光学元件 111 具有从第一顶点 205 延伸到第二端部 202 的外缘 241(第一外缘)。类似地,光学元件 112 具有从第二顶点 206 延伸到第四端部 204 的外缘 242(第二外缘)。外缘 242 的曲率半径与外缘 241 的曲率半径相同。当光学元件具有这样的形状时,在光学元件的顶点被偏移的情况下,即使在 X 轴方向上与中心 O 分隔开的位置处也可以抑制光学元件的光收集性能的降低。在外缘 241 和 / 或外缘 242 具有非均一曲率半径的情况下,可以确定外缘 241 的曲率半径的中间值和 / 或外缘 242 的曲率半径的中间值。只要曲率半径或曲率半径的中间值在 80%或以上且 120%或以下的范围内,就可以取得本实施例的效果。换句话说,只要曲率半径或曲率半径的中间值之间的差异在 $\pm 20\%$ 以内,就可以取得所述效果。

[0039] 接下来,将参照图 2B 描述根据本实施例的光学元件阵列被包括在光电转换装置

中的情况。图 2B 是包括与图 2A 对应的光学元件阵列的光电转换装置的一部分的示意性截面图。在半导体衬底 250 上提供有多层布线结构 252、滤色器层 253 和平面化层 254, 其中半导体衬底 250 包括多个光电转换元件 251, 多层布线结构 252 包括多个布线层和多个绝缘层, 滤色器层 253 包括多个滤色器。在平面化层 254 上提供有光学元件阵列 100。半导体衬底是例如 N 型半导体衬底, 并且包括外延层和充当阱 (well) 的 P 型半导体区域。光电转换元件是例如光电二极管。在图 2B 中, 示出了充当光电转换元件的 N 型半导体区域。在这里, 像素是矩形区域, 并且也被视为单位单元 (unit cell)。每个像素包括至少一个光电转换元件。在本实施例中, 为包括在光学元件阵列 100 中的每个光学元件提供单个像素。换句话说, 根据图像拾取区域来布置光学元件阵列 100, 在图像拾取区域中布置光电转换装置的多个像素。在这里, 图像拾取区域是其中布置有用于获取图像信号的像素的区域, 并且图像拾取区域的中心是其中布置有用于获取光学信号的像素的区域的中心。其中布置有用于获取光学信号的像素的区域不包括光学黑色像素或电路区域。图 2B 示出了三个光学元件 111 和三个光学元件 112。为该三个光学元件 111 提供三个光电转换元件 (第一光电转换元件), 并且为该三个光学元件 112 提供三个光电转换元件 (第二光电转换元件)。所述三个光学元件 111 被之间无间隙地布置, 并且彼此相接触。在这里, 间隙是指光学元件之间的平坦区域。在之间有间隙 G1 的情况下布置所述三个光学元件 112。现在将描述光在上述光电转换装置中的行为。

[0040] 一般而言, 成像透镜 (未示出) 被设在光电转换装置的图像拾取区域上方。成像透镜被布置为使得其光轴对应于图像拾取区域的中心并且将来自对象的光聚焦到图像拾取区域的平面上。在这个时候, 主光线 (chief ray) 的入射角在图像拾取区域的中心处小, 并且主光线的入射角在图像拾取区域的外围处大。在这里, 入射角是例如垂直于光电转换装置的顶表面的方向和主光线之间的角度。为了增加在图像拾取区域外围处的灵敏度, 有必要收集入射光并且使光入射到光电转换装置的每个光电转换元件的光接收表面上的方向与垂直于光接收表面的方向接近。

[0041] 参照图 2B, 光 261 是在图像拾取区域的中心 (也是光学元件阵列 100 的中心) 处入射到光学元件阵列 100 上并且在基本上垂直于表面 255 的方向上入射到半导体衬底 250 的表面 255 上的主光线。光 262 是在与图像拾取区域的中心隔开即与光学元件阵列 100 的中心隔开的位置处入射到光学元件阵列 100 上并且斜入射到半导体衬底 250 的表面 255 上的主光线。每个光学元件 112 能够减小光 262 入射到相应光电转换元件的光接收表面上的入射角。另外, 即使在图像拾取区域的外围处也可以取得高的光收集性能。作为结果, 可以在图像拾取区域的外围处增加灵敏度。

[0042] 接下来, 将参照图 3A 和 3B 描述根据本实施例的光学元件所取得的效果。图 3A 和 3B 示出其中使用了包括具有与图 2A 和 2B 中光学元件的形状不同的形状的光学元件 312 的光学元件阵列 300 的情况。图 3A 是与图 2A 对应的示意图, 并且示出了每个光学元件 111 和每个光学元件 312 的横截面形状。图 3B 是与图 2B 对应的示意截面图, 并且示出了包括光学元件 111 和光学元件 312 的光电转换装置。在图 3A 和 3B 中所示的结构中, 光学元件 111 与图 2A 和 2B 中所示的光学元件 111 相同, 因此省略对它的描述。

[0043] 图 3A 中所示的光学元件 312 的横截面包括与中心 O 相距较近的光学元件 312 的端部 303 和与光学元件 312 的中心 O 相距较远的光学元件 312 的端部 304, 并且是沿着 X 轴取

得的。如横截面中所示,光学元件 312 具有在 $Z = 0$ 的位置处沿着 X 轴延伸的底表面。光学元件 312 的端部 303 与中心 0 相距较近,而光学元件 312 的端部 304 与中心 0 相距较远。在 X 轴方向上端部 303 和端部 304 之间的长度为长度 220。端部 303 和端部 304 之间的长度是光学元件 312 在 X 轴方向上的最大长度。

[0044] 参照图 3A,光学元件 312 在 X 轴方向上的位置 308 处具有顶点 306。顶点 306 在 Z 轴方向上与底表面隔开长度 230 的位置处。换句话说,光学元件 312 的高度是长度 230,其与光学元件 111 的高度相同。位置 308 和端部 303 之间的长度小于位置 308 和端部 304 之间的长度。当假设光学元件 312 被设在作为具有长度 220 的矩形区域的单位单元中时,可以说相比于单位单元的中心 C3,顶点 306 相距中心 0 要近长度 223。

[0045] 与光学元件 111 相似,图 3A 中所示的光学元件 312 的横截面具有从顶点 306 延伸到端部 304 的外缘 342。光学元件 312 与图 2A 和图 2B 中所示的光学元件 112 之间的差异是 X 轴方向上的长度和外缘的曲率半径。外缘 342 的曲率半径不同于图 2A 和 2B 中所示的光学元件 112 的外缘 242 的曲率半径。换句话说,外缘 342 的曲率半径不同于光学元件 111 的外缘 241 的曲率半径。外缘 342 的曲率半径或曲率半径的中间值不在外缘 241 的曲率半径或曲率半径的中间值的 80%或以上且 120%或以下(即,大于或等于 80%且小于或等于 120%)的范围内。更具体地说,外缘 342 的曲率半径在外缘 241 的曲率半径的 80%或以上且 120%或以下(即,大于或等于 80%且小于或等于 120%)的范围之上。

[0046] 图 3B 示出了其中光 262 以类似于图 2B 中的方式入射到包括具有上述结构的光学元件 312 的光电转换装置上的情况。光学元件 312 的光收集性能小于图 2B 所示的光学元件 112 的光收集性能,并且光 262 入射到布线层上而不是入射到相应的光电转换元件 251 上。

[0047] 图 2B 所示的光学元件 112 的曲率半径与光学元件 111 的曲率半径相同。采用这种光学元件阵列,可以抑制光学元件的光收集性能在阵列区域的外围处的降低。在包括所述光学元件阵列的光电转换装置中,可以抑制灵敏度在图像拾取区域的外围处的降低。

[0048] 根据本实施例的光学元件阵列可以通过下面的方法形成。例如,在光电转换装置的多层布线结构上形成滤色器层 253。然后,形成用于形成光学元件的光敏抗蚀剂的膜。光敏抗蚀剂是例如正型抗蚀剂,并且可以通过旋涂来施加。光敏抗蚀剂通过使用基于上述光学元件阵列的形状而形成的光掩模来经受曝光,然后被显影。这样,形成光学元件。半色调掩模或面积灰度(area gradation)掩模可用作光掩模。面积灰度掩模是通过调整小遮光元件的密度和面积来控制其透射率的光掩模。光学元件阵列可以通过其他方法形成。在光学元件由于制造中的变化而具有与设计不同的高度和形状的情况中,当差异在下面的范围内时,可以取得抑制灵敏度在外围处的降低的效果。即,外围处的光学元件的高度需要在图像拾取区域中心处的光学元件的高度的 80%或以上且 120%或以下(即,大于或等于 80%且小于或等于 120%)的范围内,并且外围处的光学元件的外缘的曲率半径需要在图像拾取区域中心处的光学元件的外缘的曲率半径的 80%或以上且 120%或以下(即,大于或等于 80%且小于或等于 120%)的范围内。针对高度的范围可以是 90%或以上且 110%或以下(即,大于或等于 90%且小于或等于 110%),并且针对外缘的曲率半径的范围可以是 90%或以上且 110%或以下(即,大于或等于 90%且小于或等于 110%)。

[0049] 在本实施例中,在正交投影图像中光学元件 111 的顶点位于阵列区域 120 的中心

0 处。但是,在正交投影图像中,阵列区域 120 的中心 0 和光学元件之间的位置关系不限于此。例如,中心 0 可以位于两个光学元件之间。作为替代,中心 0 可以偏离光学元件 111 的顶点。

[0050] 当对根据本实施例的光学元件阵列的形状进行测量时,可以确认光学元件阵列具有下面的结构。即,在远离阵列区域中心的方向上布置的光学元件的顶点具有基本上相同的高度。此外,相比于在光学元件中靠近阵列区域中心的光学元件的顶点,在光学元件中远离阵列区域中心的光学元件的顶点更靠近阵列区域的中心。另外,光学元件之间的间隙的宽度随着相距阵列区域中心的距离增加而增加。当光学元件具有上述形状时,可以获得本实施例中所述的结构。

[0051] 第二实施例

[0052] 将参照图 4A 和 4B 描述根据第二实施例的光学元件阵列。根据本实施例的光学元件阵列 400 包括光学元件 113(第三光学元件)。图 4A 是示出了光学元件的横截面形状的示意图,并且图 4B 是光电转换装置的示意性截面图。在图 4A 和 4B 中,光学元件 112 与图 2A 和 2B 中的光学元件相同,因此省略对它的描述。

[0053] 参照图 1,图 4A 和 4B 中所示的光学元件 113 比光学元件 112 在 X 轴方向上距离中心 0 更远,并且在 X 轴方向上与中心 0 隔开长度 142。使光学元件 113 成形,以便当把横截面 413 设为参照物时光学元件 113 是对称的并且当把底表面 445 的穿过第三顶点 407 的法线设为参照物时光学元件 113 是不对称的。

[0054] 参照图 4A,光学元件 113 的横截面 413 包括第五端部 405 和第六端部 406。如横截面 413 中所示,光学元件 113 具有在 $Z = 0$ 位置处沿着 X 轴延伸的底表面 445。光学元件 113 的第五端部 405 与中心 0 相距较近,而光学元件 113 的第六端部 406 与中心 0 相距较远。在 X 轴方向上第五端部 405 和第六端部 406 之间的长度为长度 421。第五端部 405 和第六端部 406 之间的长度是光学元件 113 在 X 轴方向上的最大长度。

[0055] 如图 4A 所示,光学元件 113 在 X 轴方向上的第三位置 409 处具有第三顶点 407。第三顶点 407 是在 Z 轴方向上与底表面 445 隔开长度 230 的位置处。换句话说,光学元件 113 的高度与光学元件 112 的高度相同。第三位置 409 和第五端部 405 之间的长度小于第三位置 409 和第六端部 406 之间的长度。当假设光学元件 113 被设在作为具有长度 220 的矩形区域的单元单元中时,可以说相比于单元单元的中心 C4,第三顶点 407 相距中心 0 近了长度 423。

[0056] 当光学元件 112 和光学元件 113 彼此相比较时,在 X 轴方向上,第三端部 203 和第二位置 208 之间的长度大于第五端部 405 和第三位置 409 之间的长度。换句话说,与第二顶点 206 和光学元件 112 的中心之间的位置关系相比,第三顶点 407 朝着中心 0 偏移光学元件 113 的中心更远。另外,长度 421(第五端部 405 和第六端部 406 之间的长度)小于长度 220,并且也小于长度 221(第三端部 203 和第四端部 204 之间的长度)。换句话说,长度 422 小于长度 222。

[0057] 在横截面 413 中光学元件 113 具有从第三顶点 407 延伸到第六端部 406 的外缘 442(第三外缘)。外缘 442 的曲率半径与光学元件 112 在横截面 212 中的外缘 242 的曲率半径相同。因为光学元件 113 具有这样的形状,所以也可以在 X 轴方向上比光学元件 112 距离中心 0 更远的位置处抑制光学元件的光收集性能的降低。类似于第一实施例,同样针

对外缘 242 和外缘 442, 可以确定曲率半径的中间值。当这些值在 80% 或以上且 120% 或以下 (即, 大于或等于 80% 且小于或等于 120%) 的范围内时, 可以取得本实施例的效果。

[0058] 在光学元件 113 和在 X 轴方向上与光学元件 113 邻近的光学元件之间提供具有长度 422 的间隙 G2。在光学元件 112 和在 X 轴方向上与光学元件 112 邻近的光学元件之间提供间隙 G1, 所述 G1 具有比长度 422 小的长度 222。像这样, 光学元件之间的间隙随着相距光学元件阵列的中心 O 的距离增加而增加。光学元件 111 和在 X 轴方向上与光学元件 111 邻近的光学元件之间的间隔的长度小于长度 222。作为替代, 相邻的光学元件可以彼此相接触 (未示出)。在光学元件阵列包括上述光学元件的情况下, 即使在与中心 O 隔开的位置处也可以抑制光学元件的光收集性能的降低。另外, 在光学元件阵列被包括在如图 4B 所示的光电转换装置中的情况中, 可以进一步抑制光学元件的光收集性能在与中心 O 隔开的位置处的降低。

[0059] 在图 4B 中, 布置光学元件阵列 400 的光学元件的单位单元使得所述单位单元的中心与光电转换装置的相应像素的中心重合。然而, 当在阵列区域 120 的外围处光的入射角大时, 光学元件的单位单元可以朝着阵列区域 120 的中心 O 偏移。这将参照图 5 详细描述。

[0060] 图 5 是包括光学元件阵列 100 的光电转换装置 500 的示意性平面图。光电转换装置 500 包括其中布置有光电转换装置 500 的多个像素 510 的图像拾取区域 520。在图 5 中, 阵列区域 120 和图像拾取区域 520 被画成重叠, 并且包括像素 510 的矩形单位单元和包括各自的光学元件 110 的矩形单位单元被示意性地画成重叠。阵列区域 120 的中心 O 与图像拾取区域 520 的中心重合。每个光学元件 110 的中心从相应的像素 510 的中心朝着中心 O 偏移某个长度。即使当光以大入射角倾斜入射到图像拾取区域 520 的外围附近的像素上时, 光学元件也位于光路上。所以, 可以抑制光收集性能的降低。可以以这种方式调整光学元件和像素的位置。另一种使像素的中心相对于各自的光学元件的中心偏移的方法是使包括光学元件 110 的单位单元的尺寸 (面积) 小于包括像素 510 的单位单元的尺寸 (面积)。另一种使像素的中心相对于光学元件的中心偏移的方法是改变图 2B 中所示的间隙的尺寸。

[0061] 在图 5 所示的光学元件阵列中, 偏移量随着距离图像拾取区域的中心的长度增加而增加。将参照图 6A 描述偏移量。在图 6A 中, 水平轴代表在从图像拾取区域中心朝向图像拾取区域外部的方向上距离图像拾取区域的中心的长度, 而垂直轴代表每个光学元件的顶点的偏移量。图 6A 示出了改变偏移量的方式的三个示例。线 A 示出了其中偏移量与距离图像拾取区域的中心的长度成正比增加的示例。线 B 示出了其中偏移量关于距离图像拾取区域的中心的长度沿着抛物线非线性地增加的示例。线 C 示出了其中偏移量从与图像拾取区域中心隔开某长度的位置处开始增加的示例。因此, 可以以任何方式改变偏移量。例如, 偏移量可以基于诸如光电转换装置的开口率 (opening ratio)、从光电转换元件到光学元件的高度、每种材料的折射率和光的入射角之类的设计数据来确定。

[0062] 如图 2B 所示, 为了保持在图像拾取区域的外围处的每个光学元件的外缘的曲率半径, 在每个光学元件 112 和与其相邻的光学元件之间提供间隙, 所述间隙是平坦的区域。将参照图 6B 描述间隙的长度。在图 6B 中, 水平轴代表在从图像拾取区域中心朝向图像拾取区域外部的方向上距离图像拾取区域中心的长度, 而垂直轴代表间隙长度。图 6B 示出了改变间隙长度的方式的三个示例。线 A 示出了其中间隙长度和距离图像拾取区域中心的长度成正比增加的示例。线 B 示出了其中间隙长度关于距离图像拾取区域中心的长度沿着抛

物线非线性地增加的示例。线 C 示出了其中间隙长度从与图像拾取区域中心隔开某长度的位置处开始增加的示例。类似于偏移量,可以以任何方式改变间隙长度。在沿着线 B 改变偏移量的情况中,也可以沿着线 B 改变间隙长度以便于设计每个光学元件的外缘的曲率半径。

[0063] 在本实施例中,图 1 中所示的光学元件 111、光学元件 112 和光学元件 113 分别被描述为第一、第二和第三光学元件。但是,顶点的偏移量和间隙长度的上述关系也适用于例如包括图 1 中所示的光学元件 112、光学元件 113 和光学元件 114 的三个光学元件。如图 1 中所示,光学元件 114 比光学元件 113 在 X 轴方向上相距中心 O 更远,并具有高度 230,类似于光学元件 112 和光学元件 113。在这种情况下,光学元件 114 的顶点的偏移量和间隙长度可以被设计以满足上面所述的关系。

[0064] 在光学元件阵列中,第一到第三光学元件中的每一个的数量,例如可以是 1。作为替代,可以提供不同数量的第一到第三光学元件。因此,可以提供任意数量的第一到第三光学元件。例如,可以在光学元件阵列中以多个的形式设置第一到第三光学元件中的每一种。在这种情况下,光学元件阵列可以包括其中布置有第一光学元件的第一区域、其中布置有第二光学元件的第二区域和其中布置有第三光学元件的第三区域。

[0065] 第三实施例

[0066] 图 7A 和 7B 是示出了根据第三实施例的光电转换装置的示意性截面图。图 7A 是与图 2B 对应的示意性截面图。光学元件阵列 700 包括光学元件 711 和光学元件 712。光学元件 711 与图 2B 中所示的光学元件 111 的不同之处在于相邻光学元件之间的边界比光学元件 111 之间的边界高出高度 721,并且光学元件 711 具有这样的形状,即具有高度 721 的构件与光学元件 111 组合在一起。光学元件 712 与图 2B 中所示的光学元件 112 的不同之处在于相邻光学元件之间没有间隙。类似于图 2B,光学元件 711 的高度和光学元件 712 的高度都等于长度 722。类似于图 2B,在各自的单元单元中,光学元件 712 的顶点比光学元件 711 的顶点向图像拾取区域的中心偏移的更远。同样当光学元件 711 和 712 具有上述形状时,可以使光学元件 711 的高度与光学元件 712 的高度相同,并且可以使每个光学元件 711 的顶点和端部之间的外缘的曲率半径与每个光学元件 712 的顶点和端部之间的外缘的曲率半径相同。在该光学元件阵列中,因为在与图像拾取区域的外围对应的区域中没有间隙,所以相比于第一实施例,可以增加在图像拾取区域的外围可收集到的入射光的量。作为结果,可以进一步抑制灵敏度在图像拾取区域外围处的降低。

[0067] 光学元件阵列的形状不限于此,并且光学元件阵列可改为具有图 7B 中所示的形状。图 7B 是与图 7A 对应的示意性截面图。光学元件阵列 1700 具有光学元件 1711 和光学元件 1712。光学元件 1711 和图 7A 中所示的光学元件 711 相同。光学元件 1712 与图 7A 中所示的光学元件 712 的不同之处在于相邻光学元件之间的边界比光学元件 712 之间的边界高出高度 723。类似于图 7A,在各自的单元单元中,光学元件 1712 的顶点比光学元件 1711 的顶点向图像拾取区域的中心偏移的更远。同样当光学元件 1711 和 1712 具有上述形状时,可以使光学元件 1711 的高度与光学元件 1712 的高度相同,并且可以使每个光学元件 1711 的顶点和端部之间的外缘的曲率半径与每个光学元件 1712 的顶点和端部之间的外缘的曲率半径相同。

[0068] 第四实施例

[0069] 在第四实施例中,将描述根据其他实施例的光学元件 112 的形状的示例。图 8A 是示出了光学元件 112 的平面形状的示意图。图 8B 和 8C 是示出了光学元件 112 的横截面形状的示意图。

[0070] 图 8A 是示出了光学元件 112 在 X 轴方向和 Y 轴方向上延伸的平面上的底表面 800 的示意性平面图。底表面 800 具有和通过将光学元件 112 投影到在 X 轴方向和 Y 轴方向上延伸的平面上获得的图像(正交投影图像)相同的形状。从底表面 800 可以清楚地看到,光学元件 112 在 X 轴方向和 Y 轴方向上都具有长度 L_1 。底表面 800(光学元件)包括在 X 轴方向上布置的位置 P1 至 P6。从最靠近中心 O 的位置开始依次布置位置 P3、P1、P6、P5、P2 和 P4。

[0071] 在光学元件 112 的底表面 800 中,区域 850 的外缘 811 被置于位置 P3 处,外缘 811 与中心 O 相距最近并且在 Y 轴方向上延伸。另外,在光学元件 112 的底表面 800 中,区域 850 的外缘 815 被置于位置 P4 处,外缘 815 与中心 O 相距最远并且在 Y 轴方向上延伸。光学元件 112 的底表面 800 的中心被置于位置 P5 处,所述位置 P5 是位置 P3 和位置 P4 之间的中点。换句话说,位置 P4 与位置 P3 隔开长度 L_1 ,并且位置 P5 与位置 P3 隔开长度 L_1 的一半($L_1/2$)。位置 P6 是光学元件 112 的顶点在 X 轴方向上的位置,如下面所描述的。区域 850 与其他实施例中所述的单元单元相对应,并且与阵列区域 120 中布置的二维网格中的单个格相对应。每个格中放置单个光学元件。

[0072] 如图 8A 所示,底表面 800 关于 X 轴水平地线对称,并且包括外缘 811 至 818。外缘 811 是连接点 801 和点 808 的直线。外缘 812 是连接点 801 和点 802 的曲线。外缘 813 是连接点 802 和点 803 的直线。外缘 814 是连接点 803 和点 804 的曲线。外缘 815 是连接点 804 和点 805 的直线。外缘 816 是连接点 805 和点 806 的曲线。外缘 817 是连接点 806 和点 807 的直线。外缘 818 是连接点 807 和点 808 的曲线。外缘 811 和 815 是在 Y 轴方向上延伸的直线。外缘 813 和 817 是在 X 轴方向上延伸的直线。外缘 812、814、816 和 818 具有曲率,并且连接直线。

[0073] 底表面 800 在 X 轴方向上的位置 P1(第四位置)处具有 Y 轴方向上的宽度 W_1 (第一宽度)。底表面 800 在 X 轴方向的位置 P2(第五位置)处具有 Y 轴方向上的宽度 W_2 (第二宽度)。另外,底表面 800 在位置 P3 和 P4 处分别具有 Y 轴方向上的宽度 W_3 和 W_4 。这些宽度至少满足 $W_1 > W_2$ 。此外,可以满足 $W_1 > W_2 > W_3 > W_4$ 。在图 8A 中,满足 $W_1 = L_1$ 。

[0074] 位置 P1 是与位置 P3 隔开长度小于或等于长度 L_1 的一半的任何位置,并且位置 P2 是与位置 P3 隔开长度大于长度 L_1 的一半的任何位置。换句话说,位置 P1 是比与位置 P3 隔开长度 L_1 的一半的位置更靠近位置 P3 的任何位置,并且位置 P2 是比与位置 P3 隔开长度 L_1 的一半的位置更远离位置 P3 的任何位置。布置位置 P1 和 P2 使得位置 P2 和中心 O 之间的距离大于位置 P1 和中心 O 之间的距离。

[0075] 图 8B 是示出了光学元件 112 沿着图 8A 中的 X 轴的横截面形状的示意图。光学元件 112 沿着在 Z 轴方向和 X 轴方向延伸的平面的横截面 820 包括外缘 831 至 833。外缘 831 是连接点 821 和点 822 的直线。外缘 832 是连接点 822 和点 823 的曲线。外缘 833 是连接点 823 和点 824 的曲线。光学元件 112 在位置 P1 处具有高度 H_1 (第一高度),在位置 P2 处具有高度 H_2 (第二高度),并且在位置 P6 处具有高度 H_3 。高度满足 $H_3 > H_1 > H_2$ 。在这里,高度 H_3 是光学元件 112 的最大高度。换句话说,位置 P6 处的点 823 是光学元件 112 的

顶点。光学元件 112 的顶点在位置 P6 处,该位置 P6 比位置 P5 更靠近中心 O。在这里,顶点意味着横截面的最高部分。在本实施例中,光学元件 112 具有顶点。然而,不一定最高部分是一个点,并且位置 P1 和位置 P5 之间的部分例如可以具有高度 H3。

[0076] 如图 8B 所示,在光学元件 112 中,外缘 832 包括具有比外缘 833 的曲率半径更小的曲率半径的部分。外缘 832 还可包括具有比外缘 833 的曲率半径更大的曲率半径的部分。外缘 833 的曲率半径或曲率半径的中间值和光学元件 111 的外缘 241 的曲率半径或曲率半径的中间值相同。采用这种结构,可以获得高透镜焦距 (lens power),并且可以用比现有技术中的光收集性能更高的光收集性能来收集入射到外缘 833 上的光。曲率半径可以根据光学元件的横截面上任一点处的正切线来确定。例如,外缘 833 在 X 轴方向上的中点处(位置 P6 和 P4 之间的中点)的外缘 833 的正切线被确定。可以根据与该正切线接触的内切圆来确定曲率半径。每个部分的曲率半径可以通过其他用于测量曲率半径的通用方法来确定。作为替代,类似于其他实施例,每个外缘的曲率半径的中间值可以被确定。

[0077] 图 8C 是示出了光学元件 112 在图 8A 中的位置 P1 和位置 P2 处的横截面形状的示意图。横截面 841 是光学元件 112 在图 8A 的位置 P1 处沿着 Y 轴方向所取的横截面。横截面 842 是光学元件 112 在图 8A 的位置 P2 处沿着 Y 轴方向所取的横截面。在横截面 841 中,光学元件 112 在横截面 841 的顶点处具有宽度 W1 和第一高度 H1,所述第一高度 H1 是横截面 841 的最大高度。横截面 841 的外缘具有曲率半径 R1(第一曲率半径)。在横截面 842 中,光学元件 112 在横截面 842 的顶点处具有宽度 W2 和高度 H2,所述高度 H2 是横截面 842 的最大高度。虽然在本实施例中光学元件 112 的横截面具有顶点,如上所述,但是光学元件 112 具有高度 H1 和 H2 的部分不一定是点。横截面 842 的外缘具有曲率半径 R2(第二曲率半径)。曲率半径满足 $R1 < R2$ 。虽然可以满足 $R1 \geq R2$,但是在这种情况下将减小宽度 W2。因此,有可能将减小面积占有率 (area occupancy)。在这种情况下,光学元件的宽度 W2 可形成图 8A 中的外缘。当具有宽度 W2 的外缘被设在距离中心 O 最远的位置处时,可增加面积占有率并且可在更宽的范围内接收光。

[0078] 如图 8A 至 8C 中所示,光学元件 112 在位置 P1 处具有宽度 W1、高度 H1 和曲率半径 R1,并且在位置 P2 处具有宽度 W2、高度 H2 和曲率半径 R2。当满足 $W1 > W2$ 、 $H1 > H2$ 且 $R1 < R2$ 时,光学元件 112 相比于相关现有技术的结构提供了更高的光收集性能和更大的面积占有率,并且可以增加光收集效率。

[0079] 每个实施例的光学元件可以通过例如光刻来形成。在这种情况下,希望的光学元件可以通过使用具有根据光学元件形状的设计数据确定的透光率的灰色调掩模或面积灰度掩模使光致抗蚀剂在曝光设备中经受曝光,然后执行显影来获得。另外,可以额外地执行用于使光致抗蚀剂的形状变形的热处理。由于曝光处理中的光衍射或热处理的影响,根据任一上述实施例的通过上述方法制造的光学元件阵列可能具有与设计数据限定的形状不同的形状。

[0080] 将参照图 9 来描述根据任一实施例的已制造的光学元件阵列的形状。图 9 是示出了与图 2A 所示光学元件 111 的横截面 211 的形状对应的形状 941 的图。在图 9 中,与图 2A 中部件相同的部件用相同的附图标记来表示,并因此省略对其的描述。制造的光学元件 111 可包括延伸部分 901,所述延伸部分 901 与底表面 200 接触并从底表面 200 展开。与底表面 200 接触的部分的展开可发生在任何区域中的任何光学元件中。当实际测量宽度和间

隙时,平行于底表面 200 的平面 900 可设在高度为任何光学元件 111 的最大高度 H4 的 1% 的位置处,并且可测量每个光学元件在平面 900 上的形状。另外当相邻光学元件彼此相接触并且难以确定其形状时,可以测量平面 900 上的距离等。

[0081] 用于测量形状的方法的示例包括用 AFM 等测量光学元件阵列的表面的方法和用 SEM 等测量光学元件阵列的横截面的方法。

[0082] 上述实施例可应用于诸如照相机之类的图像拾取系统中。图像拾取系统的概念不局限于主要用来进行拍摄操作的设备,也包括具有作为辅助功能的拍摄功能的设备(例如,个人计算机或移动设备)。图像拾取系统包括根据本发明上述实施例中任何实施例的光电转换装置,以及用于处理从光电转换装置输出的信号的信号处理单元。该信号处理单元包括,例如 A/D 转换器和用于处理从 A/D 转换器输出的数字数据的处理器。

[0083] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但是要理解的是本发明不局限于已公开的示例性实施例。下列权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释以便覆盖所有这样的修改以及等效的结构和功能。

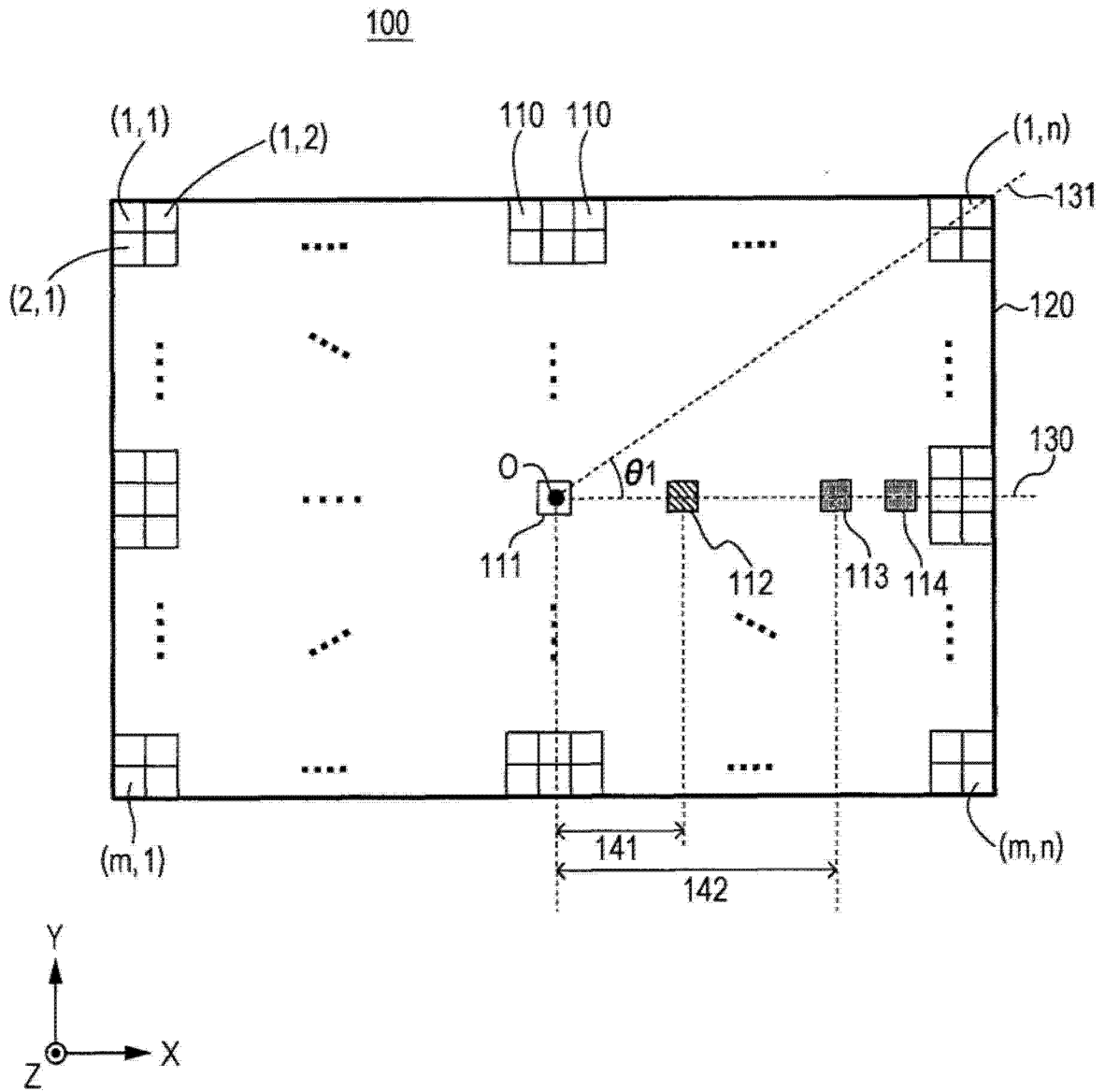


图 1

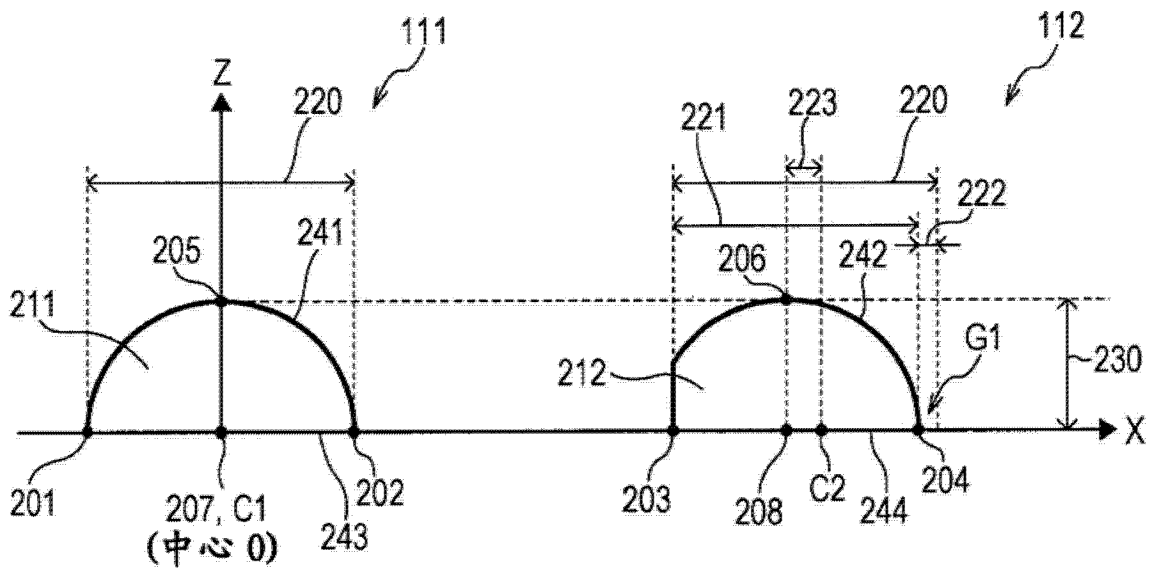


图 2A

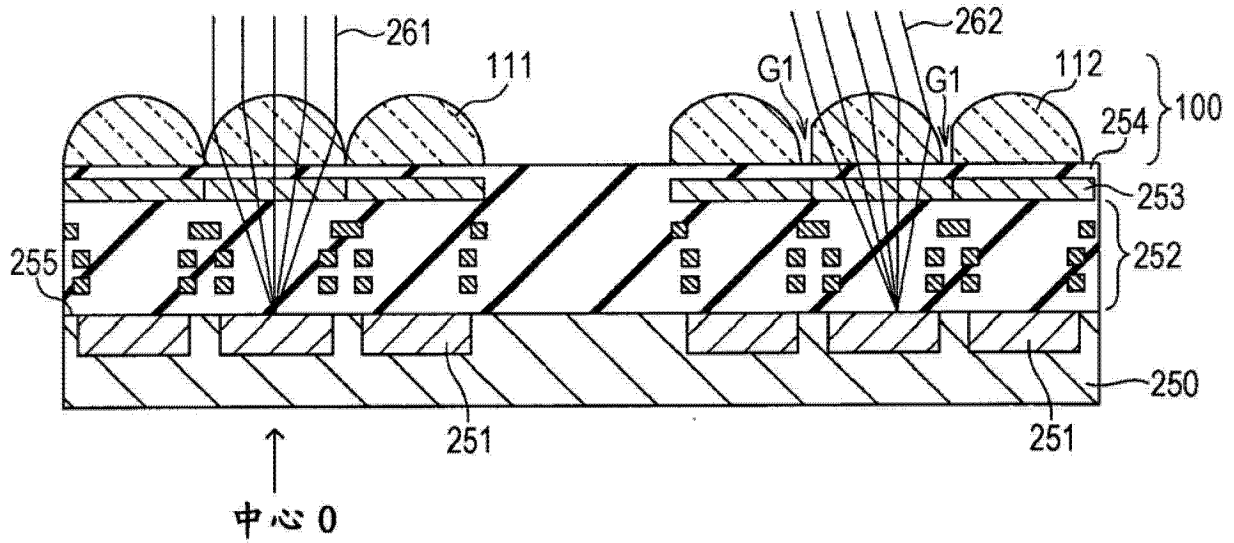


图 2B

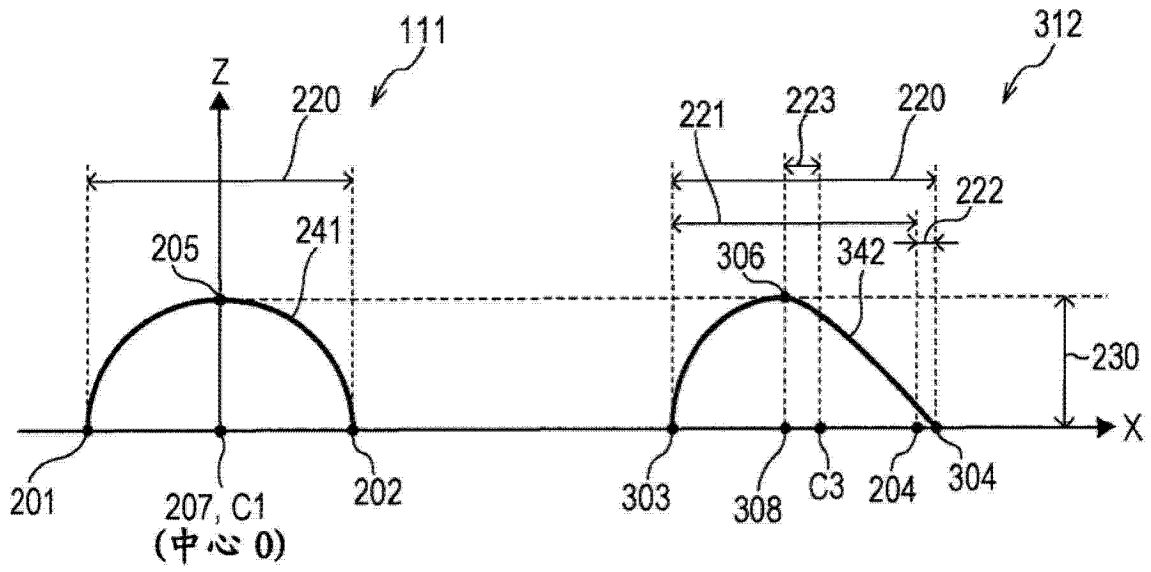


图 3A

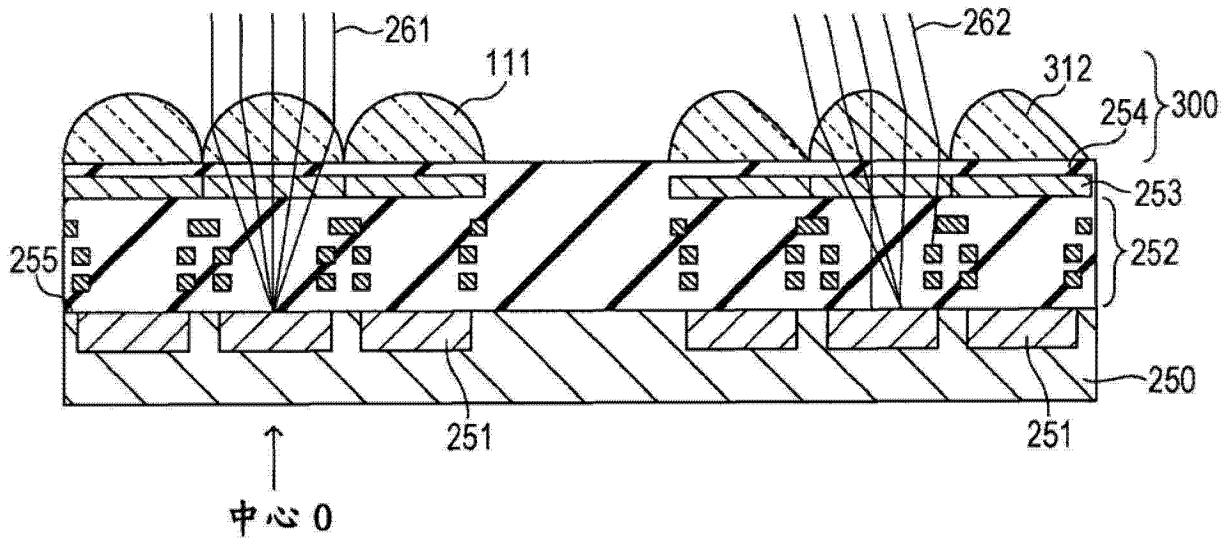


图 3B

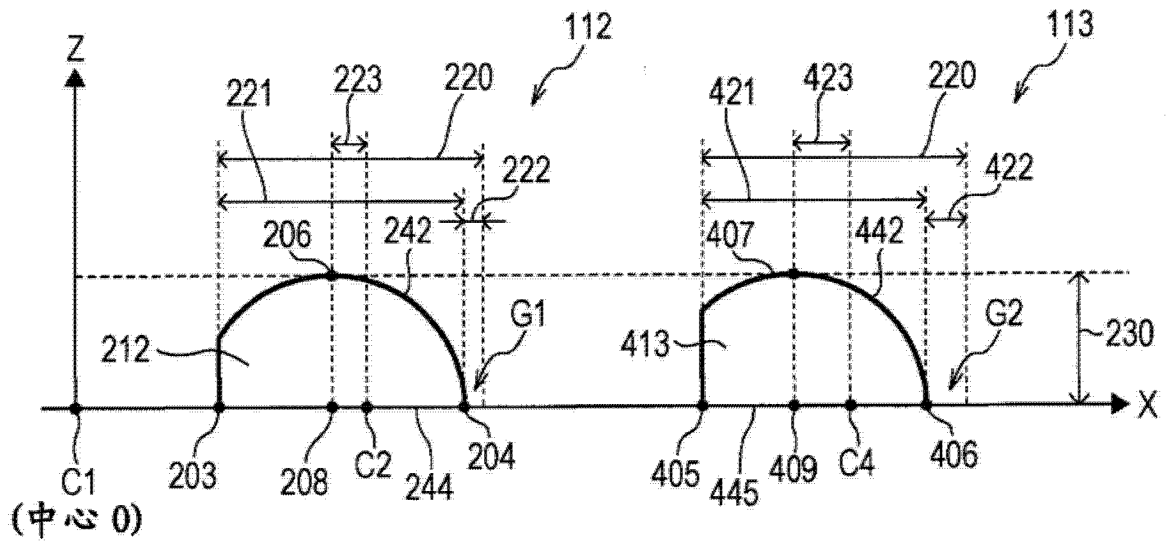


图 4A

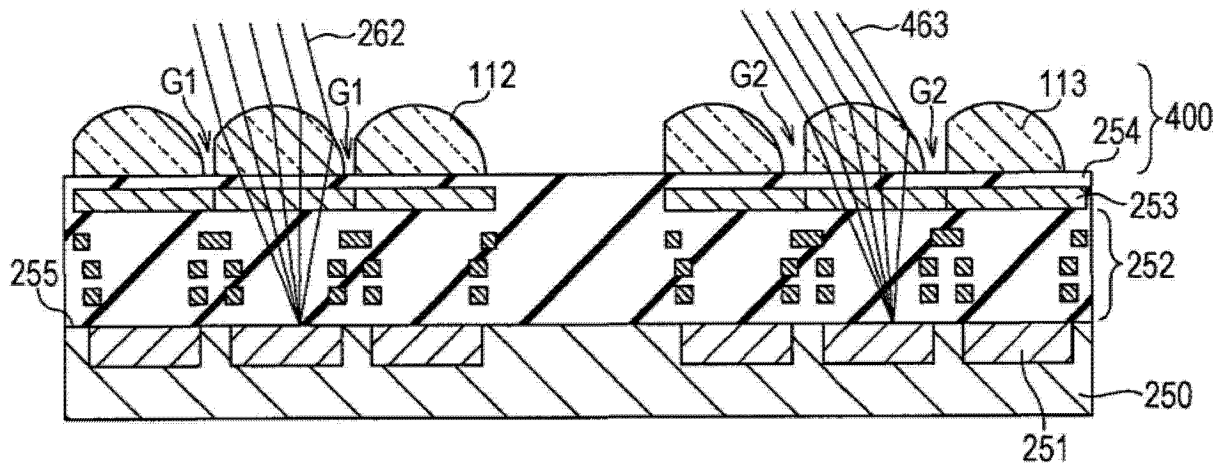


图 4B

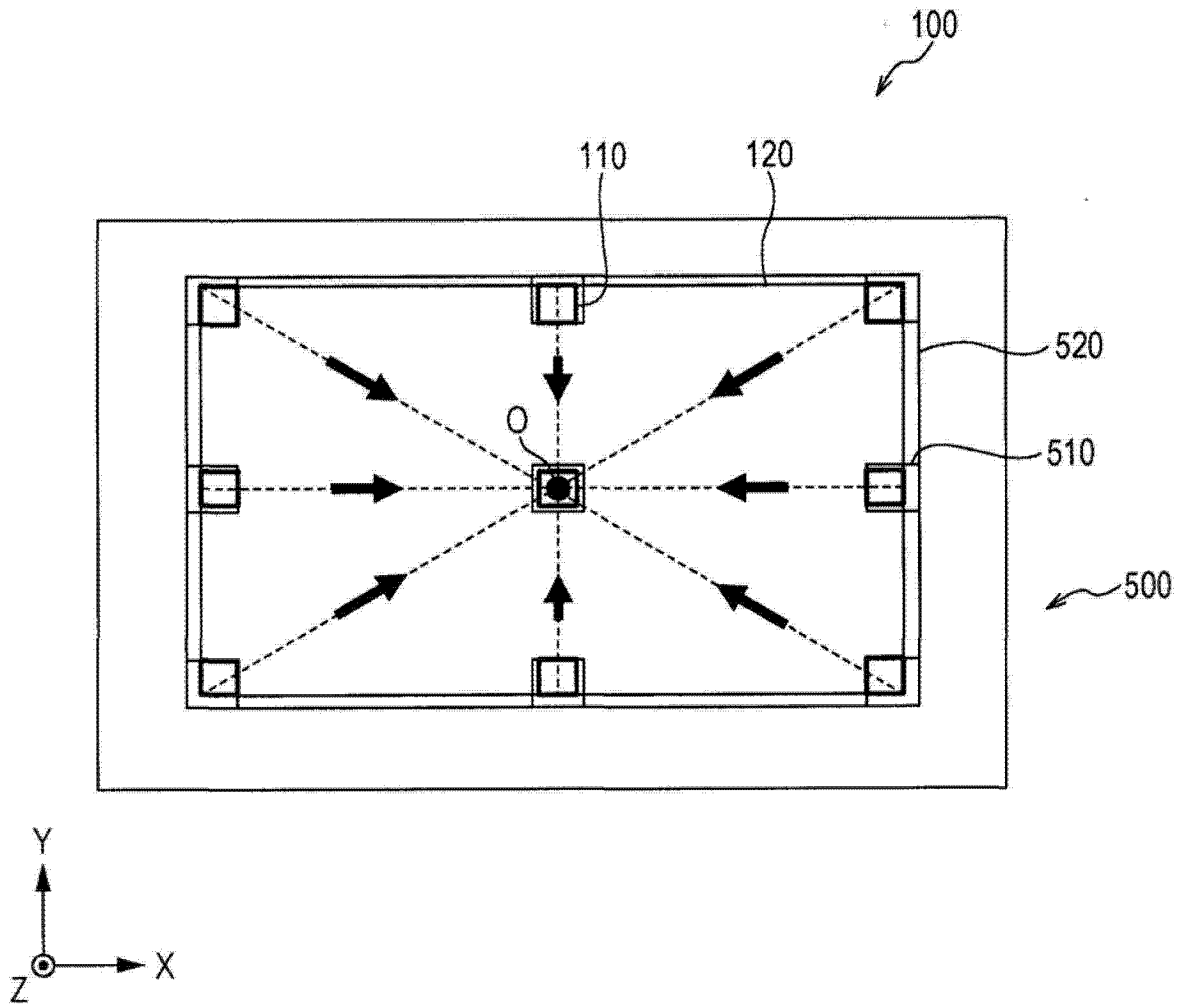


图 5

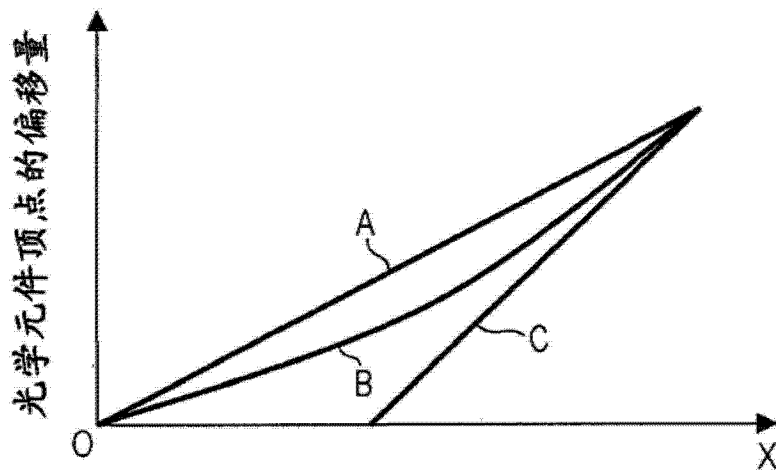


图 6A

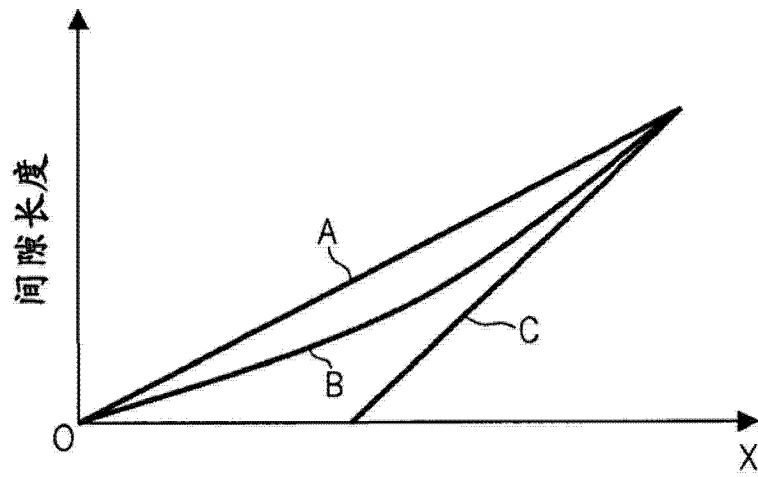


图 6B

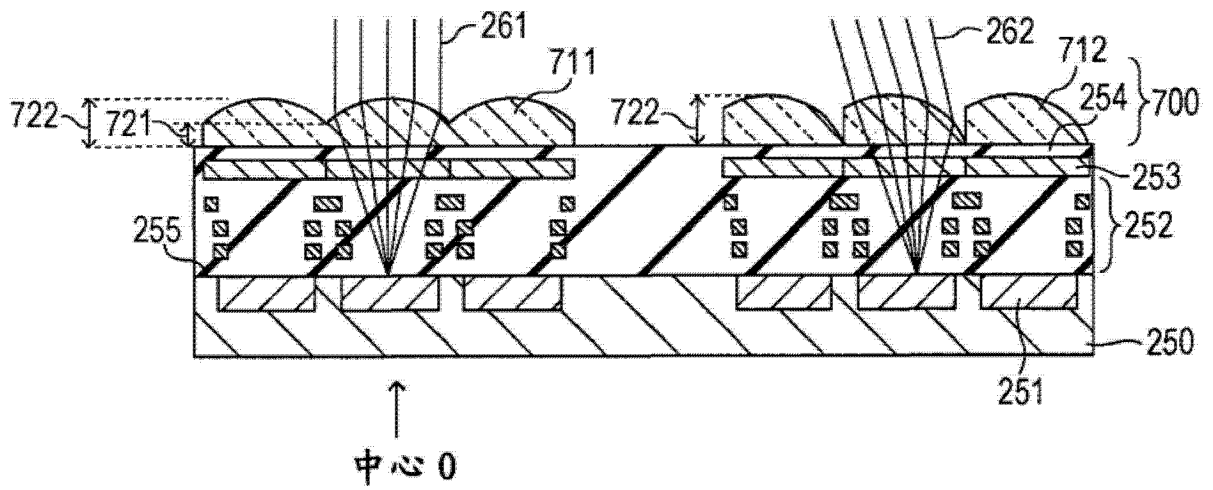


图 7A

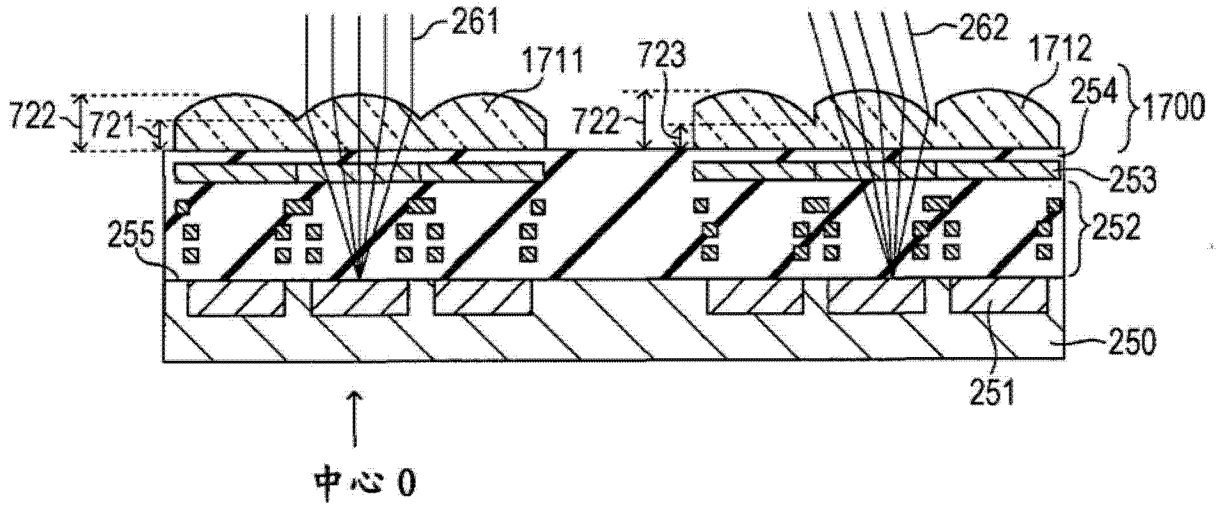


图 7B

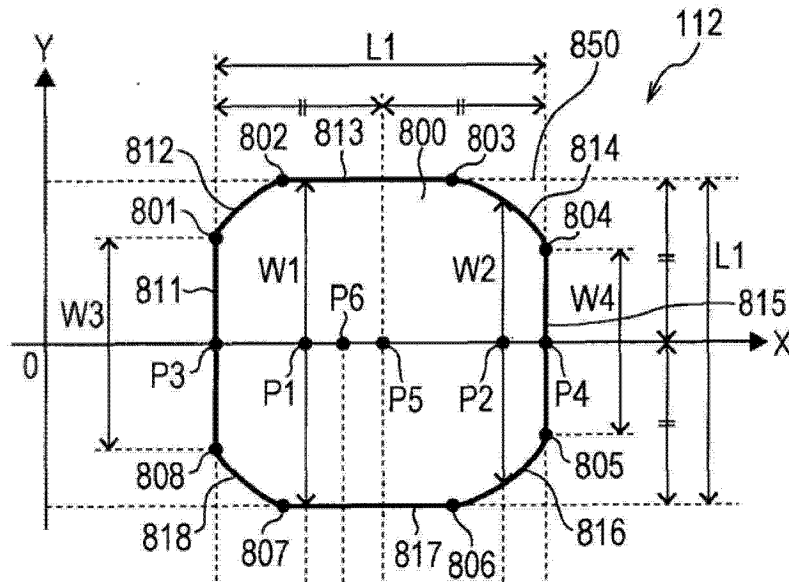


图 8A

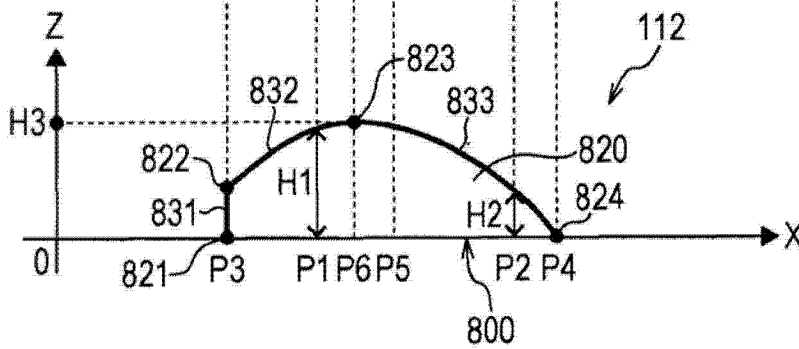


图 8B

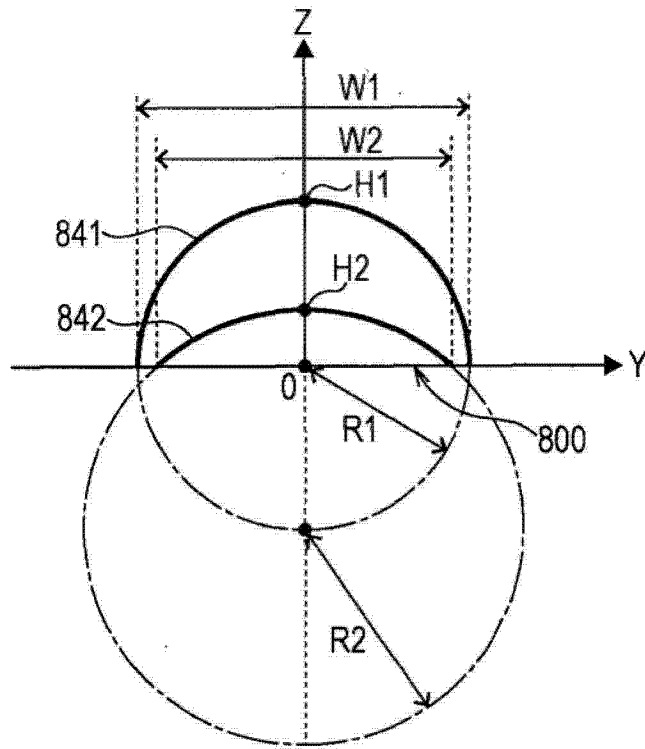


图 8C

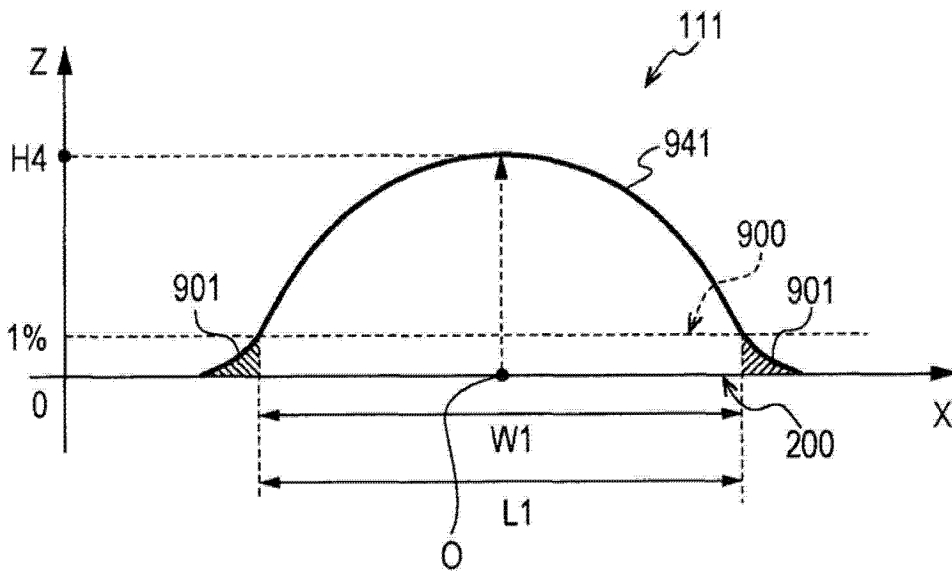


图 9