(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108352390 B
(45)授权公告日 2023.01.13

(21)申请号 201680065440.2
(22)申请日 2016.11.14
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108352390 A
(43)申请公布日 2018.07.31
(30)优先权数据
2015-222937 2015.11.13 JP
2016-063186 2016.03.28 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/083725 2016.11.14
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/082429 JA 2017.05.18

(73)专利权人 凸版印刷株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 熊井晃一 五来亮平
(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112
专利代理师 常海涛 孙微

(51)Int.Cl.
H01L 27/14(2006.01)
G02B 3/00(2006.01)
审查员 刘恋恋

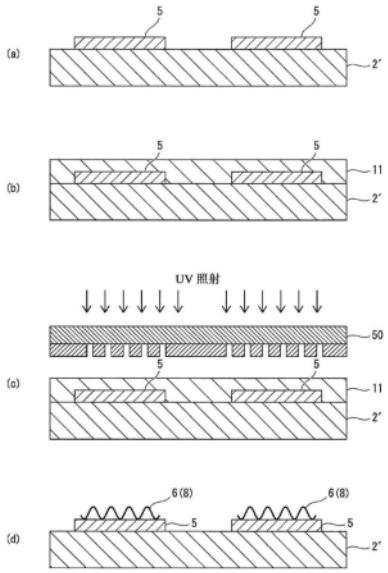
权利要求书2页 说明书14页 附图10页

(54)发明名称

固态成像器件及其制造方法

(57)摘要

本发明提供一种可以较低成本地形成固态成像器件的固态成像器件及固态成像器件的制造方法。本实施方式的固态成像器件(1a)具备：基板(2)；多个微透镜(6)，其形成于基板(2)的一个面上；凹透镜(7)，其形成于多个微透镜(6)中相邻的微透镜(6)彼此的边界部、并且向基板(2)的一个面凹陷，该固态成像器件(1a)的制造方法具备透镜形成步骤，其中，通过使用灰调掩模(50)的光刻法一并形成微透镜(6)及凹透镜(7)。



CN 108352390 B

1.一种固态成像器件,其特征在于,具备:

基板;

多个微透镜,其形成于所述基板的一个面上;以及

凹透镜,其形成于所述多个微透镜中相邻的微透镜彼此的边界部,并且向所述基板的一个面凹陷,

所述凹透镜配置成二维正方格子状,

在与所述凹透镜的配置方向平行且与所述基板的厚度方向平行的横截面上、以及在与相对于所述凹透镜的配置方向在所述基板上倾斜45度的方向平行且与所述基板的厚度方向平行的45度截面上,所述凹透镜的曲率半径为100nm以下。

2.一种固态成像器件,其特征在于,具备:

多个光电转换元件,其在基板上配置成二维正方格子状而形成;

多个彩色滤光片,其分别形成于所述多个光电转换元件上;以及

多个微透镜,其分别形成于所述多个彩色滤光片上,

在与所述多个微透镜的配置方向平行且与所述基板的厚度方向平行的横截面上、以及在与相对于所述多个微透镜的配置方向在所述基板上倾斜45度的方向平行且与所述基板的厚度方向平行的45度截面上,所述多个微透镜之间的沟谷间的曲率半径为100nm以下。

3.根据权利要求1或2所述的固态成像器件,其特征在于,

所述多个微透镜中,与所述基板的厚度方向平行的截面中的表面形状为圆弧形状、抛物线形状、正弦波形状中的任一种形状。

4.一种固态成像器件的制造方法,所述固态成像器件具备:

基板;

多个微透镜,其形成于所述基板的一个面上;以及

凹透镜,其形成于所述多个微透镜中相邻的微透镜彼此的边界部,并且向所述基板的一个面凹陷,

所述制造方法的特征在于,具备透镜形成步骤,其中,通过使用灰调掩模的光刻法一并形成所述微透镜及所述凹透镜,

在所述透镜形成步骤中,在将所述多个微透镜的母模转印至下层侧时,进行控制使得在与该多个微透镜的配置方向平行且与所述基板的厚度方向平行的横截面、以及在与相对于所述多个微透镜的配置方向在所述基板上倾斜45度的方向平行且与所述基板的厚度方向平行的45度截面上,所述多个微透镜之间的沟谷间的曲率半径成为100nm以下。

5.根据权利要求4所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述透镜形成步骤之前,具备在所述基板的一个面上形成光电转换元件的步骤。

6.根据权利要求4所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,所述透镜形成步骤包括:

在所述基板的一个面上设置感光性微透镜材料的步骤;以及

通过使用所述灰调掩模的光刻法对所述感光性微透镜材料进行图案成形而一并形成所述微透镜及所述凹透镜的步骤。

7.根据权利要求4所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,所述透镜形成步骤包括:

在所述基板的一个面上形成透明树脂层的步骤；

在所述透明树脂层上形成感光性牺牲层的步骤；

通过使用所述灰调掩模的光刻法对所述感光性牺牲层进行图案成形而形成所述微透镜的母模的步骤;以及

从所述微透镜的母模上蚀刻该微透镜的母模和所述透明树脂层,从而将所述微透镜和所述凹透镜一并转印至所述透明树脂层的步骤。

8.根据权利要求5所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,

在形成所述光电转换元件的步骤之后且所述透镜形成步骤之前,还具备在多个所述光电转换元件上分别形成多个彩色滤光片的滤光片形成步骤,

在形成所述光电转换元件的步骤中,在所述基板上将多个所述光电转换元件配置成二维正方格子状,

在所述透镜形成步骤中,在所述多个彩色滤光片上形成透明树脂层,通过使用灰调掩模的光刻法,在成为所述透明树脂层的表面侧的上层侧形成所述多个微透镜的母模,通过干式蚀刻转印法将所述多个微透镜的母模转印至所述透明树脂层的下层侧,从而在所述多个彩色滤光片上形成所述多个微透镜。

9.根据权利要求7所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述透镜形成步骤中,通过所述光刻法形成所述多个微透镜的母模,从而控制该多个微透镜的母模的形状。

10.根据权利要求8所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述透镜形成步骤中,通过所述光刻法形成所述多个微透镜的母模,从而控制该多个微透镜的母模的形状。

11.根据权利要求7～10中任一项所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述透镜形成步骤中,通过所述光刻法形成所述多个微透镜的上层侧,通过干式蚀刻转印法形成所述多个微透镜的下层侧。

12.根据权利要求4～10中任一项所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述光刻法中使用作为紫外光的i射线或KrF激光。

13.根据权利要求11所述的固态成像器件的制造方法,其特征在于,在所述光刻法中使用作为紫外光的i射线或KrF激光。

固态成像器件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及固态成像器件及其制造方法。

背景技术

[0002] 作为关于固态成像器件及其制造方法的现有技术，例如，有专利文献1～3所记载的技术。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2000-260969号公报

[0006] 专利文献2：日本特开2000-260970号公报

[0007] 专利文献3：日本特开2006-165162号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的问题

[0009] 在现有技术的固态成像器件的制造方法中，在形成固态成像器件所具备的多个微透镜时，需要对构成微透镜的材料经多次进行图案成形。因此，需要准备多个图案形成用掩模等加工夹具，有制造成本变高的问题。

[0010] 因此，本发明是鉴于这种情况而完成的，其目的在于提供一种可更低成本地形成固态成像器件的固态成像器件及其制造方法。

[0011] 用于解决问题的方法

[0012] 为了解决上述问题，本发明的一个实施方式提供了一种固态成像器件，其特征在于，具备：基板；形成于所述基板的一个面上的多个微透镜；以及凹透镜，该凹透镜形成于所述多个微透镜中相邻的微透镜彼此的边界部并且向所述基板的一个面凹陷。

[0013] 另外，本发明的一个实施方式提供了一种固态成像器件的制造方法，所述固态成像器件具备：基板；形成于所述基板的一个面上的多个微透镜；以及凹透镜，所述凹透镜形成于所述多个微透镜中相邻的微透镜彼此的边界部并且向所述基板的一个面凹陷，所述制造方法的特征在于，具备透镜形成步骤，在该步骤中，通过使用灰调掩模的光刻法一并形成所述微透镜及所述凹透镜。

[0014] 发明效果

[0015] 根据本发明的一个实施方式，可较低成本地形成固态成像器件。

[0016] 附图简要说明

[0017] [图1]是表示本发明第一实施方式的固态成像器件的结构例的剖视图。

[0018] [图2]是表示本发明实施例1-1的固态成像器件的制造方法的说明图。

[0019] [图3]是表示本发明实施例1-1的固态成像器件的制造方法的说明图。

[0020] [图4]是表示本发明实施例1-1的微透镜在X方向截面及XY方向对角截面的AFM轮廓的图。

[0021] [图5]是表示本发明实施例1-2的固态成像器件的制造方法的说明图。

[0022] [图6]是表示本发明实施例2-1的固态成像器件的制造方法的说明图。

[0023] [图7]是表示本发明第二实施方式的固态成像器件的结构例的剖视图。

[0024] [图8]是表示本发明第二实施方式的固态成像器件中的彩色滤光片及光电转换元件的配置的俯视图。

[0025] [图9]是表示本发明第二实施方式的固态成像器件的结构例的剖视图。

[0026] [图10]是图9的局部放大剖视图。

[0027] [图11]是表示在沟谷间的曲率半径大的情况下的微透镜间的入射光的光路的说明图。

[0028] [图12]是表示在沟谷间的曲率半径小的情况下的微透镜间的入射光的光路的说明图。

[0029] [图13]是表示本发明第二实施方式的固态成像器件的制造方法的说明图。

具体实施方式

[0030] 下面,使用附图对用于实施本发明的方式(以下称为实施方式) 进行说明。但是,在如下说明的各图中,对相互对应的部分标注同一符号,在重复部分中适当省略后述的说明。另外,本发明的各实施方式为举例示出用于将本发明的技术思想具体化的结构,而不是将各部分的材质、形状、结构、配置、尺寸等特定于下述内容。在权利要求书所记载的权利要求项规定的技术范围内,可对本发明的技术思想进行各种变更。

[0031] [第一实施方式]

[0032] <结构>

[0033] 下面,对本发明第一实施方式的固态成像器件的主要结构部进行说明。此外,对于固态成像器件的详细结构,在后述的本发明第二实施方式中进行说明。

[0034] 图1是表示本发明第一实施方式的固态成像器件的结构例的剖视图。详细而言,图1的(a)是表示第一实施方式的固态成像器件整体的结构例的剖视图,图1的(b)是放大后表示第一实施方式的微透镜的结构例的剖视图。

[0035] 如图1的(a)所示,本实施方式的固态成像器件1(1a)具备:半导体基板(基板)2、以及在半导体基板2的一个面(在图1的(a) 中,上表面)上形成的透镜模块8。如图1的(a)及图1的(b)所示,透镜模块8具有:在俯视时以一定间隔分别沿纵向及横向配置的多个微透镜6、以及多个凹透镜7。多个微透镜6各自成为从透镜模块8的表面(在图1的(a)及图1的(b)中,上表面)突出的凸形状(即,凸透镜)。另外,多个凹透镜7各自成为从透镜模块8的表面向半导体基板2 的一个面凹陷的凹形状。多个凹透镜7各自分别位于多个微透镜6 中的相邻微透镜6彼此的边界部。

[0036] 虽然未图示,但是在半导体基板2的一个面上形成有多个光电转换元件。作为光电转换元件,可例举光电二极管。另外,作为光电转换后的电荷的传输方式,可例举CMOS或CCD。另外,在半导体基板2的一个面上形成有色彩分离用彩色滤光片(下面也简称为“彩色滤光片”)5和聚光用微透镜6。多个光电转换元件被彩色滤光片5 和聚光用微透镜6覆盖。例如,在1个光电转换元件的上方配置有彩色滤光片5中的一个着色层(被着色为绿色(G)、蓝色(B)、红色(R)3色中的一个颜色的层),在其上方配置有1个微透镜6,由该组合构成1个像

素。

[0037] 此外，在图1的(a)中示出了彩色滤光片5，并省略了其下部的光电转换元件，但是在本说明书中，包含半导体基板2、多个光电转换元件、彩色滤光片5、以及透镜模块8，称为固态成像器件1a。

[0038] 如图1的(a)所示，在半导体基板2中设置有从其一个面到达另一个面(在图1的(a)中，下表面)的贯通孔。而且，通过将导电物质填充于该贯通孔中或者将导电物质包覆内壁，从而形成贯通孔电极 9。另外，在半导体基板2的另一个面上形成有利用BGA方式的连接凸块10。

[0039] 连接凸块10也称为外部连接垫。1个贯通孔电极9与1个连接凸块10电连接。

[0040] 对于通过固态成像器件1a而得到的图像信息的电信号，其经由在半导体基板2的一个面上形成的电极(未图示)和贯通孔电极9 而传导至半导体基板2的背面，并经由连接凸块10而输出至外部电路等。

[0041] 在本实施方式的固态成像器件1a中，也可以在透镜模块8的侧壁上施加用于防止闪光的具有遮光性的无电镀层。作为其材质，除了选自(例如)镍、铬、钴、铁、铜、金等金属的单一镀层外，还可举出选自镍-铁、钴-铁、铜-铁等组合的合金的无电镀层。除此以外，也可以对铜等金属进行无电镀，然后对其表面进行化学处理或氧化处理而制成金属化合物，并制成表面的光反射率低的金属遮光层。

[0042] <制造方法>

[0043] 在本实施方式的固态成像器件1a的制造方法中，通过后述的使用灰调掩模50的光刻法一并形成多个微透镜6和多个凹透镜7。在本说明书中，针对这一点，通过实施例进行详细说明。

[0044] <实施例1-1>

[0045] 图2的(a)～图3的(d)是按步骤顺序表示本发明实施例1-1的固态成像器件1a的制造方法的剖视图。在图2的(a)中，准备厚度0.75mm、直径20cm的硅晶片2′。硅晶片2′为分离前的硅基板。在该硅晶片2′的一个面(在图2及图3中，上表面)上形成光电转换元件或遮光膜、钝化膜，并在最上层上，使用热固化型丙烯酸树脂涂布液通过旋涂而形成平坦化层。接着，在平坦化层上，利用3次光刻方法由G、B、 R3个颜色分别形成彩色滤光片5。此外，在图2的(a)中省略了光电转换元件和平坦化层的图示。

[0046] 关于绿色抗蚀剂，作为色材，使用(例如)C.I.颜料黄139、C.I. 颜料绿36、C.I.颜料蓝15:6，还使用了添加有环己酮、PGMEA等有机溶剂、聚合物清漆、单体、引发剂的构成的彩色抗蚀剂。

[0047] 关于蓝色抗蚀剂，作为色材，使用(例如)C.I.颜料蓝15:6、 C.I.颜料紫23，还使用了添加有环己酮、PGMEA等有机溶剂、聚合物清漆、单体、引发剂的构成的彩色抗蚀剂。

[0048] 将红色抗蚀剂的色材设为C.I.颜料红117、C.I.颜料红48:1、 C.I.颜料黄139。色材以外的组成与绿色抗蚀剂相同。

[0049] 将着色像素的排列设为每隔一个像素设置G(绿)滤光片、且在G滤光片之间每隔一行设置R(红)滤光片和B(蓝)滤光片的所谓的拜耳阵列。

[0050] 接着，如图2的(b)所示，以覆盖彩色滤光片5的方式，在硅晶片2′的一个面上形成感光性微透镜材料11。在此，在彩色滤光片5 上涂布1μm厚度的具有碱可溶性、感光性、热回

流性的苯乙烯树脂，形成感光性微透镜材料11。实施例1-1为由感光性微透镜材料11构成图1的(a)及图1的(b)所示的透镜模块8的例子。感光性微透镜材料11 为感光性透明树脂，且使用正型的感光性树脂。

[0051] 接着，如图2的(c)所示，对感光性微透镜材料11实施曝光处理。在此，为了以曝光法控制微透镜6的凸形状和凹透镜7的凹形状，使用了称为灰调掩模50的特殊的曝光用掩模。具体而言，通过使用灰调掩模50的基于紫外线(i射线)的光刻工艺，对感光性微透镜材料11进行图案化后，于250℃下进行热处理，从而形成了微透镜6。微透镜6为约0.6μm厚度的平缓的半抛物线形状。另外，对于相邻的微透镜6之间的凹透镜7，其凹形状的曲率直径d(参照图1的(b)) 为0.3μm。

[0052] 灰调掩模50为针对与欲制作的透镜元件的薄膜部分相对应的部分，将透光率已提高了的遮光膜形成于石英基板上而成的掩模。可以称之为对遮光膜赋予了浓淡的层次(gradation)(灰度等级)的掩模。该灰度等级的浓淡根据每单位面积中的未因曝光所使用的光而解析的小直径的点的个数的局部差(疏密)而实现。

[0053] 由此，如图2的(d)所示，得到了在硅晶片2′上多个层叠而成的固态成像器件1a。

[0054] 接着，在上述硅晶片2′的背面涂布光致抗蚀剂，通过常规的光刻法在应形成贯通孔电极9的部位形成开口部。接着，以光致抗蚀剂膜为掩模进行反应性离子蚀刻，并将硅晶片2′蚀刻至规定的深度而形成贯通孔。

[0055] 接着，为了使硅晶片2′和之后形成的配线层绝缘，通过CVD法在贯通孔的内壁、底部及整个背面上形成SiO_2绝缘膜。在此，这样形成绝缘膜，使得其在贯通孔的底部(为硅晶片2′的表面侧，形成有由铝等导电性高的金属构成的垫的部分)的厚度比硅晶片2′的背面侧的厚度更薄。在此基础上，再次进行反应性离子蚀刻，去除贯通孔底部的绝缘膜。接着，通过溅射法形成导电膜，形成贯通孔的埋设以及硅晶片2′背面的配线层。即，如图3的(a)所示，形成贯通孔电极9。

[0056] 接着，通过常规的光刻法，使经由配线层的一部分而与外部连接的部分露出。在该露出部位，通过丝网印刷涂布焊膏，并搭载焊珠。如果实施回流焊处理以去除残留助焊剂，则如图3的(b)所示，可得到具有连接凸块10的固态成像器件基板。

[0057] 接着，如图3的(c)所示，通过使用450目的树脂刀片的切割装置，将以呈矩阵状多个层叠的固态成像器件1a的中间部作为裁断线，由表面形成裁断槽。此后，分离成各个固态成像器件1a，得到了成为图3的(d)的状态的成品。

[0058] 另外，也可以根据需要而实施脱色等步骤以控制微透镜6的形状和透光性。

[0059] 将通过实施例1-1得到的微透镜6在X方向上的截面的AFM(原子力显微镜)轮廓与常规的微透镜在X方向上的截面的AFM轮廓重叠而示于图4的(a)。另外，将通过实施例1-1得到的微透镜6在XY 方向上的对角截面的AFM轮廓与常规的微透镜在XY方向上的对角截面的AFM轮廓重叠而示于图4的(b)。另外，将俯视图中的X方向与XY方向的关系示于图4的(c)。在常规的微透镜中，在相邻的微透镜6之间形成了以实线表示的V形状7a、7c的沟谷间。与此相对，在实施例1-1中，在相邻的微透镜6之间形成了以虚线表示的凹形状7b、7d。

[0060] <实施例1-2>

[0061] 图5的(a)～图6的(e)是按步骤顺序表示本发明实施例1-2的固态成像器件1a的制造方法的剖视图。在图5的(a)中，准备厚度0.75mm、直径20cm的硅晶片2′。该硅晶片2′与实

施例1-1中说明的硅晶片2′相同，因此在此省略说明。

[0062] 接着，如图5的(b)所示，以覆盖彩色滤光片5的方式，在硅晶片2′的一个面上涂布树脂骨架中导入有苯环的丙烯酸树脂的涂布液，形成1μm厚度的透明树脂层12，于180℃下加热3分钟，进行膜固化处理。

[0063] 进而，如图5的(c)所示，在实施了膜固化处理的透明树脂层12 上，涂布具有碱可溶性、感光性、热回流性的苯乙烯树脂，从而形成感光性牺牲层13。

[0064] 之后，通过使用灰调掩模50的利用KrF激光的光刻工艺，对感光性牺牲层13进行图案化，然后于250℃下进行热处理，以单侧0.1 μm的经热流的透镜节距，形成透镜母模13a。透镜母模13a为约0.7 μm厚度的平缓的半抛物线形状。另外，关于相邻的透镜母模13a之间的凹透镜7，其凹形状的曲率直径d为0.2μm。

[0065] 接着，如图5的(d)所示，使用作为氟利昂气体的CF_4和C_3F_8的混合气体，对感光性牺牲层13实施干式蚀刻，将透镜母模13a的图案转印至由丙烯酸树脂构成的透明树脂层12，形成微透镜6。该微透镜6的高度比透镜母模13a的高度低，约为0.6μm。此外，将干式蚀刻时间设为5分钟。此外，微透镜6为约0.6μm厚度的平缓的半抛物线形状。另外，关于相邻的微透镜6之间的凹透镜7，其凹形状的曲率直径d(参照图1的(b))为0.2μm。

[0066] 在使用灰调掩模50的光刻法中，如果使用KrF激光，则根据 KrF激光的波长极限分辨率，可以将凹透镜7(参照图1)的凹形状的曲率直径d控制在120nm至248nm的范围内。

[0067] 由此，如图6的(a)所示，制作了在硅晶片2′上多个层叠的固态成像器件1a。

[0068] 接着，与实施例1-1同样地形成贯通孔。

[0069] 接着，与实施例1-1同样地形成配线层。这样，形成了图6的(b) 所示的贯通孔电极9。

[0070] 接着，与实施例1-1同样地搭载锡珠并去除残留助焊剂。这样，得到图6的(c)所示的具有连接凸块10的固态成像器件基板。

[0071] 接着，与实施例1-1同样地，沿着图6的(d)所示的裁断线进行切割。这样，分离成各个固态成像器件1a，与实施例1-1同样地，得到了图6的(e)所示的成品。

[0072] 另外，也可以根据需要而实施脱色等步骤以控制微透镜6的形状和透光性。

[0073] <本实施方式的效果>

[0074] (1)如上述说明的那样，根据本实施方式，通过使用灰调掩模 50的光刻法一并形成微透镜6及凹透镜7。由此，微透镜材料料(例如，感光性微透镜材料11、透明树脂层12)无需具有热流性，且无需使用耐热性高的微透镜材料，因而可实现材料费的降低。另外，也无需在微透镜材料上经多次形成图案，因而可实现步骤数的减少。因此，可以更低成本地形成固态成像器件。

[0075] (2)另外，通过使用灰调掩模50的光刻法一并形成微透镜6 及凹透镜7，从而不会发生微透镜6的熔接，能够有效地利用入射到相邻的微透镜6之间的边界部(间隙区域)的光，能够制造更高灵敏度的固态成像器件1a。特别是，有效地提高了透镜节距为6微米以下的高精细微透镜的聚光效率。

[0076] (3)另外，根据作为紫外光的i射线的极限分辨率，具有如下的效果：在相邻的微透镜6之间能够容易地形成凹形状的曲率直径d 为180nm以上365nm以下的凹透镜7。而且，根据KrF激光的极限分辨率，具有如下的效果：在相邻的微透镜6之间能够容易地形成凹形状

的曲率直径d为120nm以上248nm以下的凹透镜7。

[0077] (参考例)

[0078] 下面,作为本实施方式的固态成像器件1a及其制造方法的参考例,对于不具备上述的本实施方式的固态成像器件1a及其制造方法所具有的技术特征的固态成像器件及其制造方法进行简单说明。

[0079] 近年来,以相机模块的小型化、薄型化为目的,提出了能够通过晶片工艺而制作的模块结构(参照专利文献1～3)。在形成有固态成像器件的硅晶片中,在其上表面的光电转换元件面,在各像素中制成有色彩分离用彩色滤光片或聚光用微透镜。

[0080] 通过固态成像器件得到的图像信息的电信号,其通过在形成于硅晶片的贯通孔内所填充或包覆其内壁的导电物质而传导至硅晶片的背面。而且,可以将上述电信号通过利用球栅阵列(BGA)方式的连接端子而输出至外部电路基板等。

[0081] 对于相机模块,准备经由硅晶片的加工工艺而制作的直径20～ 30cm的硅晶片、以及经由玻璃板的加工工艺而制作的相同直径的 20～30cm的玻璃板,将它们对齐地层叠后,最后通过切割步骤而各自裁断,从而成为1个相机模块。

[0082] 在作为一般安装于手机中的相机的情况下,由于相机模块中的硅晶片的大小为3mm见方左右,因而可以由直径20cm的一片晶片形成3500～4300个左右。

[0083] 为了提高向固态成像器件的聚光效率,微透镜需要使邻接的透镜之间的间隙(下面,透镜间间隙)接近于0。然而,在将透镜间间隙设为0的情况下,相邻的微透镜会相接合,一般而言,难以以nm 单位的精度来控制微透镜之间的形状。

[0084] 另外,在设置透镜间间隙的情况下,有时会有以下情况:入射光从透镜间间隙进入,产生相邻的像素间的串扰,从而使微透镜的聚光效率变差。

[0085] 为了解决这样的问题,有人提出了:在相邻的透镜之间形成凹透镜,从而在透镜之间也可将入射光聚光(专利文献1～3)。

[0086] 在上述的专利文献1～3中记载了:通过热流方式或蚀刻方式,一边形成微透镜,一边在透镜之间形成凹透镜。然而,在这样的制造方法中,构成微透镜的材料(下面,微透镜材料)需要具有热流性,因此,有时不能使用耐热性高的微透镜材料。另外,有时需要在热流前的微透镜母材上经多次形成图案,因此,需要准备多个图案成形用掩模等加工夹具,制造成本变高。

[0087] [第二实施方式]

[0088] <结构>

[0089] 本发明第二实施方式的固态成像器件1(1b)的结构与第一实施方式的固态成像器件1a的结构大致相同,但是在使固态成像器件1b 所具备的凹透镜7的曲率半径r为100nm以下这一点上与固态成像器件1a不同。下面,对本实施方式的固态成像器件1b的结构进行详细说明。

[0090] 如图7及图8所示,本发明第二实施方式的固态成像器件1b具备:半导体基板2、多个光电转换元件3、平坦化层4、多个彩色滤光片5、以及多个微透镜6。此外,图7是图8中的I-I线方向视图。另外,在图8中,为了容易地理解多个光电转换元件3(3a～3i)及多个彩色滤光片5(5a～5i)的配置,省略了固态成像器件1b中的其它结构。如图7所示,固态成像器件1b通过在半导体基板2上按顺序层叠多个光电转换元件3、平坦化层4、由多个彩色滤光片5构

成的彩色滤光片层、以及由多个微透镜6构成的微透镜层而形成。需要说明的是，该结构与上述第一实施方式的固态成像器件1a的结构相同。

[0091] 半导体基板2为用于安装光电转换元件3的基板。

[0092] 多个光电转换元件3将经由微透镜6而入射的光转换成电荷。如图8所示，多个光电转换元件3沿图8的上下方向及左右方向而平行地排列，且配置成二维正方格子状。图8所示的例子为表示固态成像器件1b的一部分的例子，在图8所示的例子中，9个光电转换元件3a～3i配置成正方格子状。

[0093] 平坦化层4对作为微透镜6的安装面的半导体基板2的上表面（图7的上方向的面）进行平坦化。

[0094] 多个彩色滤光片5隔着平坦化层4分别形成于多个光电转换元件3上。在入射至光电转换元件3的光的路径中，多个彩色滤光片5 具有使特定波长的光透过的作用。为了以1：1的方式与配置成二维正方格子状的多个光电转换元件3对应地形成，将多个彩色滤光片5在半导体基板2上配置成二维正方格子状。在本实施方式中，多个彩色滤光片5为使红色(R)、绿色(G)及蓝色(B)3色中任一色透过的滤光片，且3色设置为拜耳排列。例如，在图8所示的例子中，根据9个光电转换元件3a～3i，分别设置该彩色滤光片5a～5i。其中，彩色滤光片5a～5c、5g、5h使绿色的光透过，彩色滤光片5d、5e使红色的光透过，彩色滤光片5f、5i使蓝色的光透过。

[0095] 多个微透镜6分别形成于多个彩色滤光片5上。多个微透镜6 由透明树脂构成，其材料通常为丙烯酸树脂等树脂，优选为透明的。对于多个微透镜6，如图7所示，其与半导体基板2的厚度方向平行的截面中的表面形状为抛物线形状，但是也可以为圆弧形状或正弦波形状。为了以1:1的方式与配置成二维正方格子状的多个彩色滤光片5对应地形成，将多个微透镜6在半导体基板2上配置成二维正方格子状。另外，对于多个微透镜6，邻接的微透镜6彼此的下方侧相连接。而且，在横截面及45度截面上，多个微透镜6之间的沟谷间的曲率半径为100nm以下。在此，所谓的横截面，是指与配置成二维正方格子状的多个微透镜6的配置方向(图8的上下方向或左右方向)平行、且与半导体基板2的厚度方向(相对于图8的纸面的前后方向)平行的平面中的截面，例如为图7所示的截面。另一方面，所谓的45度截面，是指与相对于多个微透镜6的配置方向在半导体基板2上倾斜45度的方向平行、且与半导体基板2的厚度方向平行的平面中的截面，例如为图8的II-II线方向视图即图9所示的截面。所谓的多个微透镜6之间的沟谷间的曲率半径，是指邻接的微透镜6 之间的沟谷间的最凹点即最低点的曲率半径。例如，在图9所示的 45度截面中，如图10的放大图所示，在微透镜6d和微透镜6b之间的沟谷间，最低点以符号61表示，最低点61的曲率半径以符号r 表示。另外，曲率半径r以下述(1)式表示。在(1)式中，f(a) 表示微透镜6之间的沟谷间的形状曲线，a表示微透镜6之间的沟谷间的最低点。

[0096] [数1]

[0097] $$r=\frac{\sqrt{\left(1+f'(a)^2\right)^3}}{f''(a)} \qquad (1)$$

[0098] 在邻接的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r大至超过100nm 的情况下，例如，如图8的III-III线方向视图即图11所示，对于入射至着色透明像素的蓝色(彩色滤光片5f)上的相邻附近的微透镜6 的光，其因串扰的影响而变更光路至在彩色滤光片层内比蓝色的折

射率更大的绿色(彩色滤光片5b)的着色透明像素。另一方面,在邻接的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r小至100nm以下的情况下,例如,如图8的III-III线方向视图即图12所示,对于入射至着色透明像素的蓝色(彩色滤光片5f)上的相邻附近的微透镜的光,其因串扰的影响而减少,因此,光大多没有变更光路而通过彩色滤光片 5f及平坦化层4进入光电转换元件3中。

[0099] 〈制造方法〉

[0100] 接着,参照图13对本实施方式的固态成像器件1b的制造方法进行说明。

[0101] 首先,在表面形成有多个光电转换元件3的半导体基板2(在图 13中未图示)上,依次层叠平坦化层4(在图13中未图示)以及由多个彩色滤光片5构成的彩色滤光片层(滤光片形成步骤)。在滤光片形成步骤中,在多个光电转换元件3上,以(例如)成为图8所示的规定的图案的方式,配置与RGB中的任一者对应的3种彩色滤光片5并进行层叠。

[0102] 在滤光片形成步骤之后,在多个彩色滤光片5上形成多个微透镜6(透镜形成步骤)。在透镜形成步骤中,首先,如图13的(a)所示,以规定的厚度将具有感光性的透明树脂涂布于多个彩色滤光片5 上,从而形成透明树脂层62。接着,如图13的(b)及图13的(c)所示,基于使用了灰调掩模(在图13中未图示)的光刻法,对成为透明树脂层62的表面侧的上方侧进行曝光、显影及烘烤,从而形成微透镜 6的母模63。此时,根据所希望的微透镜形状,通过使用可任意改变掩模透过率灰度的灰调掩模,从而可以容易地控制微透镜6的母模 63的形状。进一步,如图13的(d)及图13的(e)所示,通过干式蚀刻转印法,将在透明树脂层62的上层所形成的微透镜6的母模63转印至同一透明树脂层62。此时,为了使微透镜层为单层,由于能够以同一蚀刻速率转印至透明树脂层62的下层,因此可以将上层所形成的母模63忠实地转印。另外,通过调整蚀刻条件,特别是气体种类、气体压力、腔室压力、施加电压,从而能够形成使邻接的微透镜6 之间的沟谷间变得狭小的微透镜6。

[0103] 〈本实施方式的效果〉

[0104] (1)本发明的一方面提供了一种固态成像器件1b,其具备:在半导体基板2上配置成二维正方格子状而形成的多个光电转换元件 3;在多个光电转换元件3上分别形成的多个彩色滤光片5;以及在多个彩色滤光片5上分别形成的多个微透镜6,其中,在与多个微透镜6的配置方向平行且与半导体基板的厚度方向平行的横截面中、以及在与相对于多个微透镜6的配置方向在半导体基板2上倾斜45度的方向平行且与半导体基板2的厚度方向平行的45度截面中,多个微透镜6之间的沟谷间(凹透镜)的曲率半径r为100nm以下。

[0105] 如果为这种结构,则通过使横截面和45度截面中的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r为100nm以下,能够减少因横截面和45度截面的微透镜形状的曲率不同而产生的像差,能够提高聚光效率。另外,能够减轻微透镜6之间的沟谷间中的串扰影响,能够提高聚光效率。

[0106] (2)另外,对于本发明的一方面的固态成像器件1b中所包含的多个微透镜6而言,与半导体基板2的厚度方向平行的截面中的表面形状可以为圆弧形状、抛物线形状、正弦波形状中的任一种形状。

[0107] (3)另外,本发明的一方面的固态成像器件1b的制造方法具备:滤光片形成步骤,其中,在半导体基板2上配置成二维正方格子状而形成的多个光电转换元件3上,分别形成多个彩色滤光片5;透镜形成步骤,其中,在滤光片形成步骤之后,在多个彩色滤光片5 上分

别形成多个微透镜6，其中在透镜形成步骤中，在多个彩色滤光片5上涂布透明树脂而形成透明树脂层62，通过使用灰调掩模的光刻法，在成为透明树脂层62的表面侧的上层侧形成多个微透镜6的母模63，并通过干式蚀刻转印法将多个微透镜6的母模63转印至透明树脂层62的下层侧，从而形成多个微透镜6。

[0108] 如果为这种结构，则对于微透镜6的上层，通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的母模63，从而与采用热回流的微透镜形状的形成相比，微透镜形状的控制变得更为容易。因此，可以选择性地形成每一个固态成像器件最适合的微透镜形状，从而具有提高对光电转换元件3的聚光效率的效果。

[0109] 另外，通过干式蚀刻转印法将微透镜6的母模63转印至微透镜 6的下层，从而可以使相邻的微透镜6之间的沟谷间变得狭小，因此，具有可以提高对光电转换元件3的聚光效率的效果。

[0110] 另外，如果为这种结构，则通过使用灰调掩模的光刻法一并形成微透镜6。由此，微透镜材料(例如，透明树脂层62)无需具有热流性，且无需使用耐热性高的微透镜材料，因此，可以降低材料费。另外，也无需在微透镜材料上经多次形成图案，因而可以减少步骤数。因此，可以较低成本地形成固态成像器件。

[0111] (4)另外，在本发明的一方面的固态成像器件1b的制造方法所包括的透镜形成步骤中，也可以通过光刻法形成多个微透镜6的母模63，从而控制多个微透镜6的母模63的形状。

[0112] (5)另外，在本发明的一方面的固态成像器件1b的制造方法所包括的透镜形成步骤中，在将多个微透镜6的母模63转印至下层侧时，在与多个微透镜6的配置方向平行且与半导体基板2的厚度方向平行的横截面中、以及在与相对于多个微透镜6的配置方向在半导体基板2上倾斜45度的方向平行且与半导体基板2的厚度方向平行的45度截面中，也可以以多个微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r 为100nm以下的方式进行控制。

[0113] (6)另外，在本发明的一方面的固态成像器件1b的制造方法所包括的透镜形成步骤中，也可以通过光刻法形成多个微透镜6的上层侧，并通过干式蚀刻转印法形成多个微透镜6的下层侧。

[0114] [实施例2-1]

[0115] 下面对实施例2-1进行说明。

[0116] 在实施例2-1中，作为半导体基板2，使用厚度0.75mm、直径 20cm的硅晶片。在该硅晶片的表面上部形成光电转换元件3，并在其最上层，使用热固化型的丙烯酸树脂涂布液通过旋涂形成平坦化层 4。

[0117] 接着，在平坦化层4上，使用红色(R)、绿色(G)、蓝色(B) 3色的彩色抗蚀剂，通过光刻法依次形成由3色的彩色滤光片5构成的彩色滤光片层。将各个彩色滤光片层的厚度设为0.5μm～0.8μm。将彩色滤光片层的像素的配置设为每隔一个像素设置绿色(G)滤光片、且在绿色(G)滤光片之间每隔一行设置红(R)滤光片和蓝(B) 滤光片的所谓的拜耳阵列。

[0118] 进一步，在彩色滤光片层上将具有碱可溶性、感光性的丙烯酸系透明树脂以1.4μm厚度进行涂布，于180℃下加热3分钟进行膜固化处理。这样，形成了丙烯酸系透明树脂层62。

[0119] 之后，对于丙烯酸系透明树脂层62，通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的母

模63。灰调掩模为对于与欲制作的微透镜元件的薄膜的部分对应的部分，将透光率提高了的遮光膜形成于石英基板上的掩模，且为对遮光膜赋予浓淡的灰度的光掩模。该灰度的浓淡根据每单位面积中的未因曝光所使用的光而解析的小直径的点的疏密的局部差而实现。实施例2-1的灰调掩模使用了以微透镜6的母模 63成为抛物线形状的方式进行光掩模设计而得的掩模。因此，微透镜6的母模63成为高0.6μm的抛物线形状。

[0120] 接着，通过干式蚀刻转印法，将抛物线形状的微透镜6的母模 63转印至下层的丙烯酸系透明树脂层62。此时，实施干式蚀刻直至微透镜6的高度成为0.45μm为止。此时的干式蚀刻中，使用作为氟利昂气体的CF_4和C_3F_8的混合气体、以及作为稀有气体的Ar，进行 2分钟的干式蚀刻处理。

[0121] 利用扫描探针显微镜，对实施例2-1中所形成的微透镜6进行形状测定，并确认如下：实施例2-1中所形成的微透镜6形成为抛物线形状，并且邻接的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r在横截面方向上为50nm，在45度截面方向上为24nm。

[0122] 另外，对实施例2-1中所形成的固态成像器件1b和常规品的受光效率进行测量，如表1所示，确认如下：实施例2-1中所形成的固态成像器件1b为约5.1％左右的良好结果。此外，与实施例2-1进行对比的比较例2-1为通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的例子，其中，微透镜6的形状为抛物线形状，微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r在横截面方向上为124nm，在45度截面方向上为74nm。

[0123] 需要说明的是，表1中所示的“灵敏度”为将常规品(比较例2-1) 的灵敏度设为“100％”时的数值。即，与常规品的灵敏度相比，在将常规品的灵敏度改善了的实施例2-1中，所形成的固态成像器件1b 的灵敏度为“105.1％”。

[0124] [表1]

[0125]

	微透镜形状	曲率半径 [nm]		灵敏度
		横截面	45度截面	
实施例2-1	抛物线形状	50	24	105.1%
比较例2-1		124	74	100.0%

[0126] [实施例2-2]

[0127] 下面对实施例2-2进行说明。

[0128] 在实施例2-2中，与实施例2-1同样地，在硅晶片的表面上部形成光电转换元件3，并在其最上层形成平坦化层4。

[0129] 接着，与实施例2-1同样地，在平坦化层4上形成由红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)3色的彩色滤光片5构成的彩色滤光片层。

[0130] 进一步，与实施例2-1同样地，在彩色滤光片层上涂布丙烯酸系透明树脂，进行膜固化处理。这样，形成了丙烯酸系透明树脂层 62。

[0131] 之后，对于丙烯酸系透明树脂层62，通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的母模63。实施例2-2的灰调掩模使用了以微透镜6 的母模63成为圆弧形状的方式进行光掩模设计而得的掩模。因此，微透镜6的母模63成为高0.6μm的圆弧形状。

[0132] 接着，与实施例2-1同样地，通过干式蚀刻转印法，将圆弧形状的微透镜6的母模63转印至下层的丙烯酸系透明树脂层62。

[0133] 利用扫描探针显微镜，对实施例2-2中所形成的微透镜6进行形状测定，如表2所示，确认如下：实施例2-2中所形成的微透镜6 形成为圆弧形状，并且邻接的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r 在横截面方向上为67nm，在45度截面方向上为35nm。

[0134] 另外，对实施例2-2中所形成的固态成像器件1b和常规品的受光效率进行测量，确认如下：实施例2-2中所形成的固态成像器件 1b为约4.7％左右的良好结果。此外，与实施例2-2进行对比的比较例2-2为通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的例子，其中，微透镜6的形状为圆弧形状，微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r在横截面方向上为158nm，在45度截面方向上为87nm。

[0135] 需要说明的是，表2中所示的“灵敏度”为将常规品(比较例2-2) 的灵敏度设为“100％”时的数值。即，与常规品的灵敏度相比，在将常规品的灵敏度改善了的实施例2-2中，所形成的固态成像器件1b 的灵敏度为“104.7％”。

[0136] [表2]

[0137]

	微透镜形状	曲率半径[nm]		灵敏度
		横截面	45度截面	
实施例 2-2	圆弧形状	67	35	104.7%
比较例 2-2		158	87	100.0%

[0138] [实施例2-3]

[0139] 下面对实施例2-3进行说明。

[0140] 在实施例2-3中，与实施例2-1同样地，在硅晶片的表面上部形成光电转换元件3，并在其最上层形成平坦化层4。

[0141] 接着，与实施例2-1同样地，在平坦化层4上形成由红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)3色的彩色滤光片5构成的彩色滤光片层。

[0142] 进一步，与实施例2-1同样地，在彩色滤光片层上涂布丙烯酸系透明树脂，进行膜固化处理。这样，形成了丙烯酸系透明树脂层 62。

[0143] 之后，对于丙烯酸系透明树脂层62，通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的母模63。实施例2-3的灰调掩模使用了以微透镜6 的母模63成为正弦波形状的方式进行光掩模设计而得的掩模。因此，微透镜6的母模63成为高0.6μm的正弦波形状。

[0144] 接着，与实施例2-1同样地，通过干式蚀刻转印法，将正弦波形状的微透镜6的母模63转印至下层的丙烯酸系透明树脂层62。

[0145] 利用扫描探针显微镜，对实施例2-3中所形成的微透镜6进行形状测定，如表3所示，确认如下：形成为正弦波形状，并且邻接的微透镜6之间的沟谷间的曲率半径r在横截面方向上为89nm，在45 度截面方向上为56nm。

[0146] 另外，对实施例2-3中所形成的固态成像器件1b和常规品的受光效率进行测量，确认如下：实施例2-3中所形成的固态成像器件 1b为约3.9％左右的良好结果。此外，与实施例2-3进行对比的比较例2-3为通过使用灰调掩模的光刻法形成微透镜6的例子，其中，微透镜6的形状为正弦波形状，并且微透镜6之间的沟谷间的曲率半径 r在横截面方向上为177nm，在45度截面方向上为99nm。

[0147] 需要说明的是，表3中所示的“灵敏度”为将常规品(比较例2-3) 的灵敏度设为

“100％”时的数值。即，与常规品的灵敏度相比，在将常规品的灵敏度改善了的实施例2-3中，所形成的固态成像器件1b 的灵敏度为“103.9％”。

[0148] [表3]

[0149]

	微透镜形状	曲率半径[nm]		灵敏度
		横截面	45度截面	
实施例2-3	正弦波形状	89	56	103.9%
比较例2-3		177	99	100.0%

[0150] (参考例)

[0151] 下面，作为本实施方式的固态成像器件1b及其制造方法的参考例，对不具备上述的本实施方式的固态成像器件1b及其制造方法所具备的技术特征的固态成像器件及其制造方法进行简单说明。

[0152] 近年来，成像装置随着图像的记录、通信、广播的内容的扩大而被广泛使用。作为成像装置，提出了各种形式的装置，但组装有可稳定地制造小型、轻量且高性能的固态成像器件的成像装置作为数码相机或数字摄像机而正在普及。

[0153] 固态成像器件具有接收来自摄影对象物的光学图像、并将入射的光转换为电信号的多个光电转换元件。光电转换元件的种类大致可划分为CCD(电荷耦合元件)类型和CMOS(互补型金属氧化物半导体)类型。另外，根据光电转换元件的配置形式，大致划分为将光电转换元件配置成1列的线性传感器(线传感器)、以及将光电转换元件纵横二维地配置的区域传感器(面传感器)这2种。在任一传感器中，光电转换元件的数量(像素数)越多，拍摄的图像越精密，因此，近年来特别研究了可廉价地制造大像素数的固态成像器件的方法。

[0154] 另外，作为可通过在入射至光电转换元件的光的路径中设置使特定波长的光透过的彩色滤光片功能，从而得到对象物的颜色信息的单板式的彩色传感器的彩色固态成像器件也已普及。对于彩色固态成像器件来说，通过与1个光电转换元件对应地对基于特定的着色透明像素的1个像素进行图案成形，且规则地多个配置，从而能够收集色彩分离后的图像信息。作为着色透明像素的颜色，一般为由红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)3色构成的3原色系、或者由青色(C)、品红色(M)、黄色(Y)构成的补色系，特别常用3原色系。

[0155] 作为固态成像器件所要求的性能方面的重要问题之一，可举出提高对入射的光的灵敏度。为了使利用小型化固态成像器件所拍摄的图像的信息量增多，需要使成为受光部的光电转换元件微细化并高集成化。但是，在使光电转换元件高集成化的情况下，各光电转换元件的面积变小，作为受光部可利用的面积比例也减少，因此，导入到光电转换元件的受光部的光量变小，实效的灵敏度降低。

[0156] 作为用于防止这种微细化后的固态成像器件的灵敏度的降低的方法，提出了一种为了有效地将光导入到光电转换元件的受光部，在光电转换元件上将微透镜形成为均匀形状的技术，其中上述微透镜将从对象物入射的光聚光于每1像素并导入至光电转换元件的受光部。通过利用微透镜将光聚光而导入至光电转换元件的受光部，从而可以将受光部的表观开口率增大，可提高固态成像器件的灵敏度。

[0157] 在此，作为微透镜的形成方法，有流动透镜型或干式蚀刻转印型。在流动透镜型的形成方法中，在将成为微透镜的坯料的透明丙烯酸系感光性树脂通过光刻法选择性地进行

图案成形后，利用材料的热回流性制成透镜形状。在干式蚀刻转印型的形成方法中，在成为微透镜的坯料的丙烯酸系透明树脂的平坦化层上，使用具有碱可溶性、感光性及热流性的抗蚀剂材料，并通过光刻法和热回流而形成透镜母模。然后，通过干式蚀刻法将透镜母模的形状转印至丙烯酸系透明树脂层而形成透镜形状(例如，日本特开2014-174456号公报)。

[0158] 近年来，随着固态成像器件向多像素化发展，要求超过数百万像素的高精细的固态成像器件，有时会由于附载于该高精细固态成像器件的微透镜的灵敏度降低、以及闪光等噪声增加而使画质降低。

[0159] 与微透镜相比，从微透镜导入至光电转换元件的受光部的光量会更加根据配置于下层的层的种类或厚度而发生变动，因此，如果为使用单一的微透镜形状的固态成像器件的结构，则有时会引起灵敏度降低。

[0160] 另外，如果邻接的微透镜之间的横截面及45度截面的沟谷间的曲率半径大，则会有这样的情况：光量从该微透镜之间的沟谷间漏出至邻接的彩色滤光片层的所谓串扰现象的影响会大量发生。在此，所谓的串扰，是指原本应入射至某颜色的光由于各色颜料的折射率差的影响而入射至相邻的颜色的现象。由于串扰的影响，折射率低的颜色会由于相邻的折射率高的颜色而失去光，因而会有这样的情况：由于向受光部的光量减少，故引起灵敏度降低。

[0161] 进一步，如果邻接的微透镜之间的横截面、45度截面的沟谷间的曲率半径大，则在俯视时大致矩形的像素的横截面和45度截面上，微透镜形状的曲率不同，因而会有产生像差、聚光效率降低的情况。

[0162] 为了解决这些问题，只要能够获得与各固态成像器件相应的最适合的微透镜形状，且使微透镜之间的沟谷间的曲率半径变得狭小的微透镜，就可以借此减轻串扰的影响，实现固态成像器件的灵敏度提高。

[0163] 然而，上述的2个微透镜形成方法为利用热回流的方法，因此，虽然可以使微透镜之间的沟谷间的曲率半径变得狭小，但难以实现将形状任意调整为最适合的微透镜形状的形状控制。

[0164] <本发明的技术思想>

[0165] 本发明的技术思想不限定于以上所记载的各实施方式或各实施例。可以基于本领域技术人员的知识，对各实施方式或各实施例进行设计的变更等，另外，也可以将各实施方式或各实施例任意组合，进行了上述变更的实施方式也包含在本发明的技术思想中。

[0166] 符号说明

[0167] 1、1a～1b 固态成像器件

[0168] 2 半导体基板(硅基板)

[0169] 2′ 硅晶片

[0170] 3、3a～3e 光电转换元件

[0171] 4 平坦化层

[0172] 5、5a～5i (色彩分离用)彩色滤光片

[0173] 6、6a～6f 微透镜

[0174] 7 凹透镜

[0175] 7a、7c V形状

[0176] 7b、7d 凹形状

[0177] 8 透镜模块

[0178] 9 贯通孔电极

[0179] 10 连接凸块

[0180] 11 感光性微透镜材料

[0181] 12 透明树脂层

[0182] 13 感光性牺牲层

[0183] 13a 透镜母模

[0184] 50 灰调掩模

[0185] 61 最低点

[0186] 62 透明树脂层

[0187] 63 母模

[0188] d 曲率直径

[0189] r 曲率半径

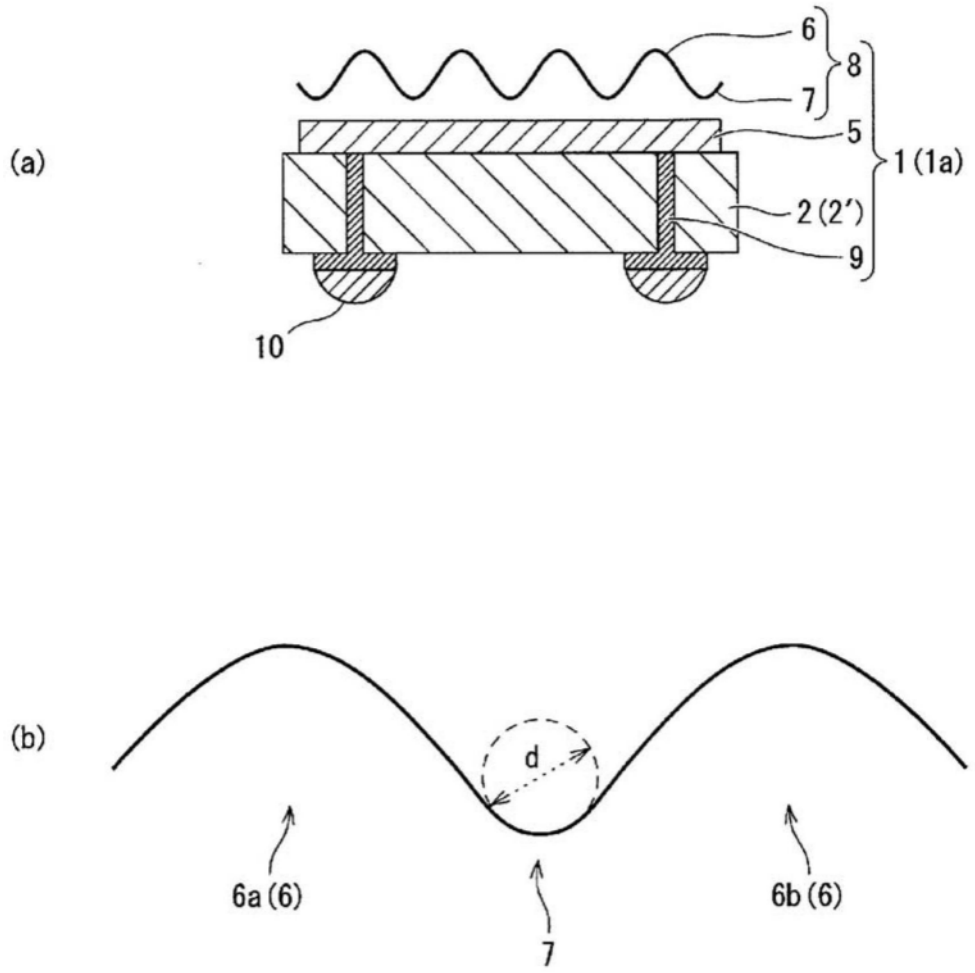


图1

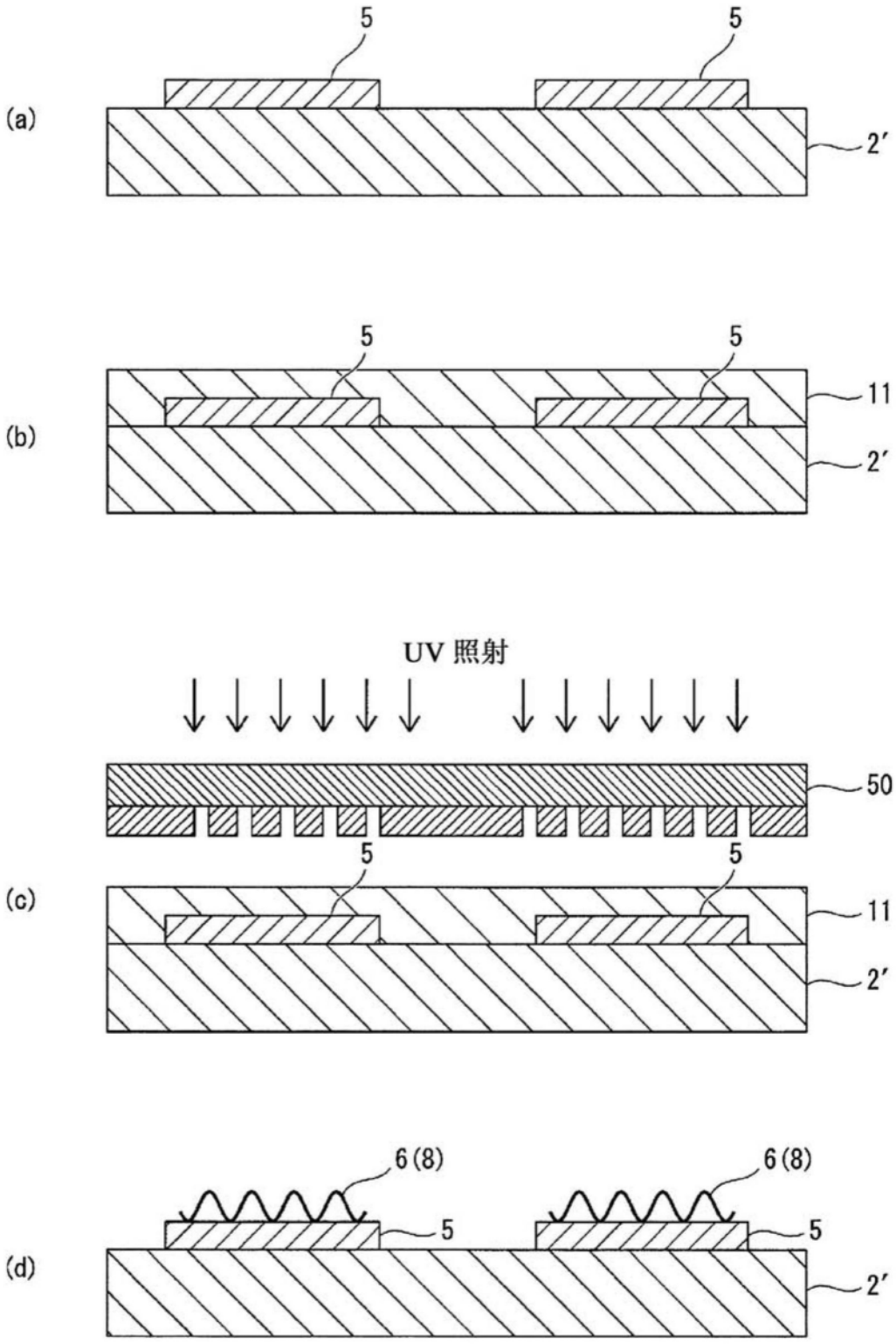


图2

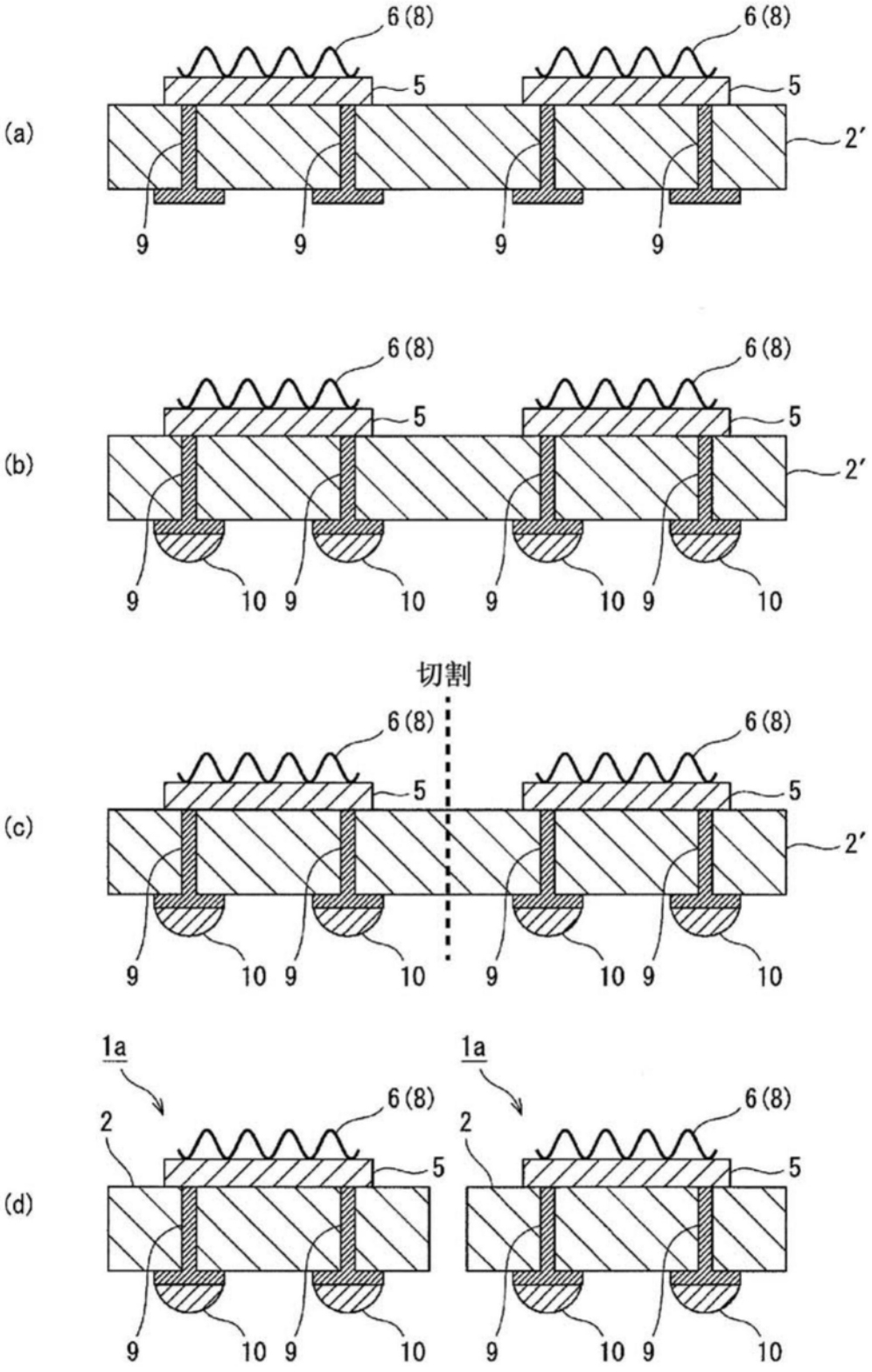

(a)
6(8)
6(8)
5
5
2′
9
9
9
9
(b)
6(8)
6(8)
5
5
2′
9
10
9
10
9
10
9
10
切割
(c)
6(8)
6(8)
5
5
2′
9
10
9
10
9
10
9
10
(d)
1a
1a
2
2
6(8)
6(8)
5
5
9
10
9
10
9
10
9
10

图3

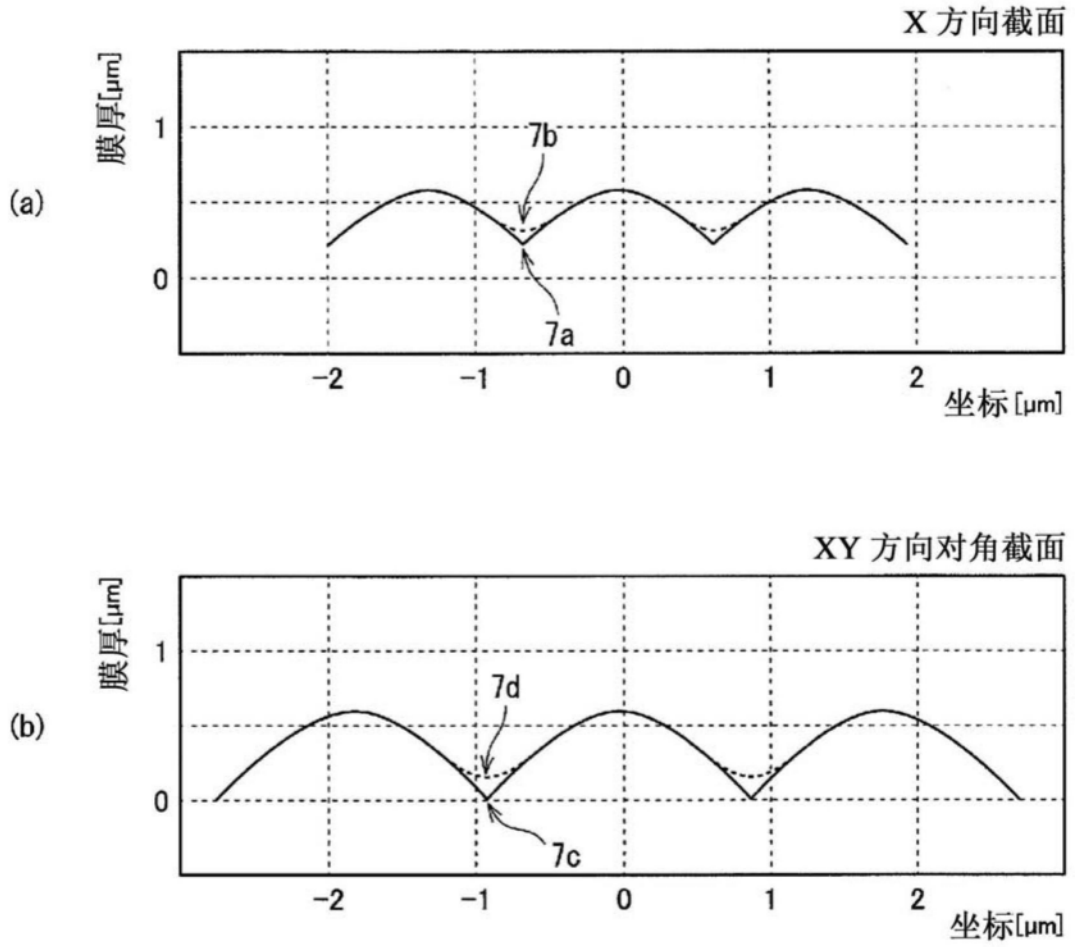

(a)
X 方向截面
膜厚[μm]
1
0
7b
7a
-2
-1
0
1
2
坐标[μm]
(b)
XY 方向对角截面
膜厚[μm]
1
0
7d
7c
-2
-1
0
1
2
坐标[μm]
(c)
XY 方向
X 方向

图4

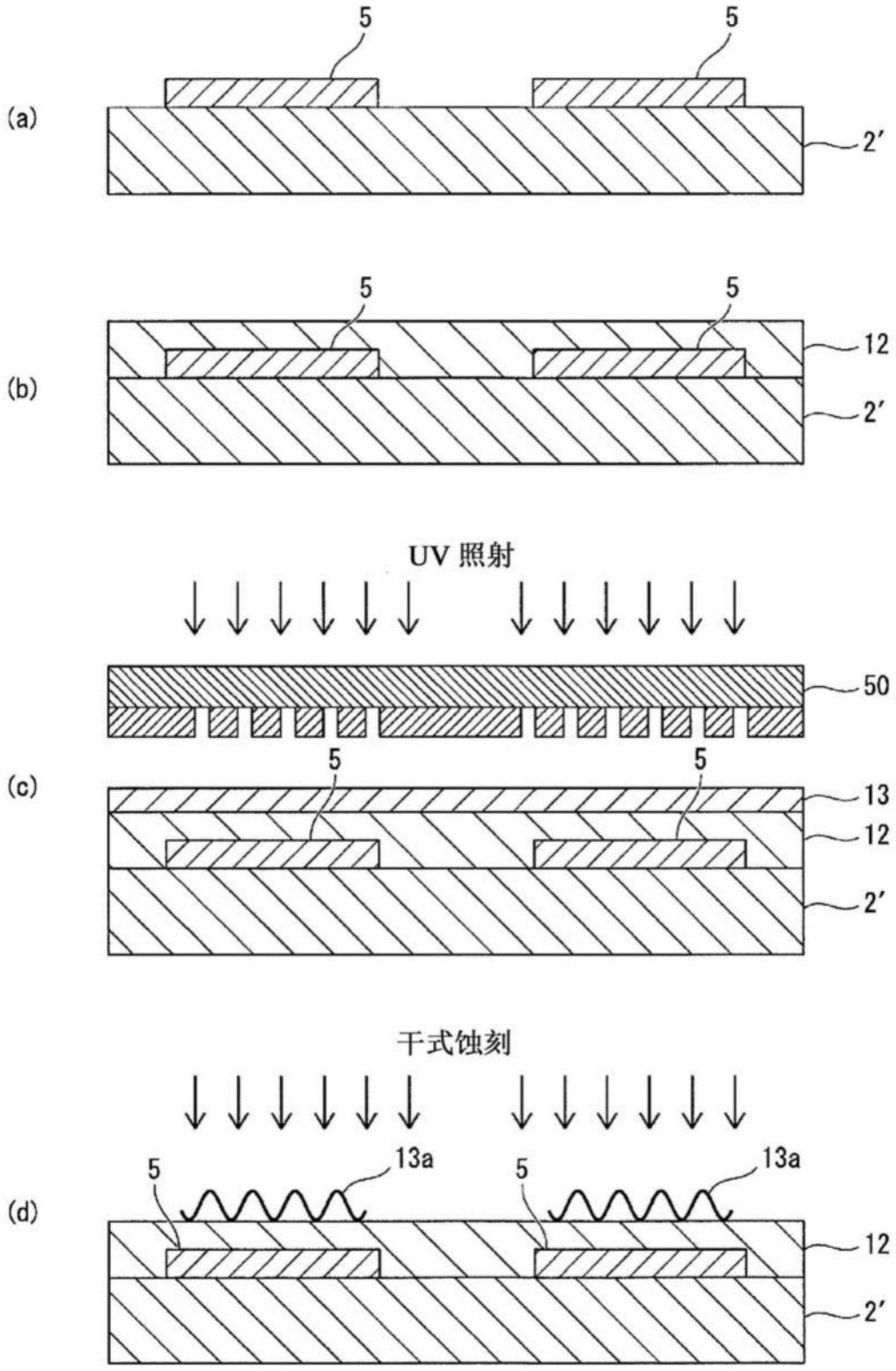


图5

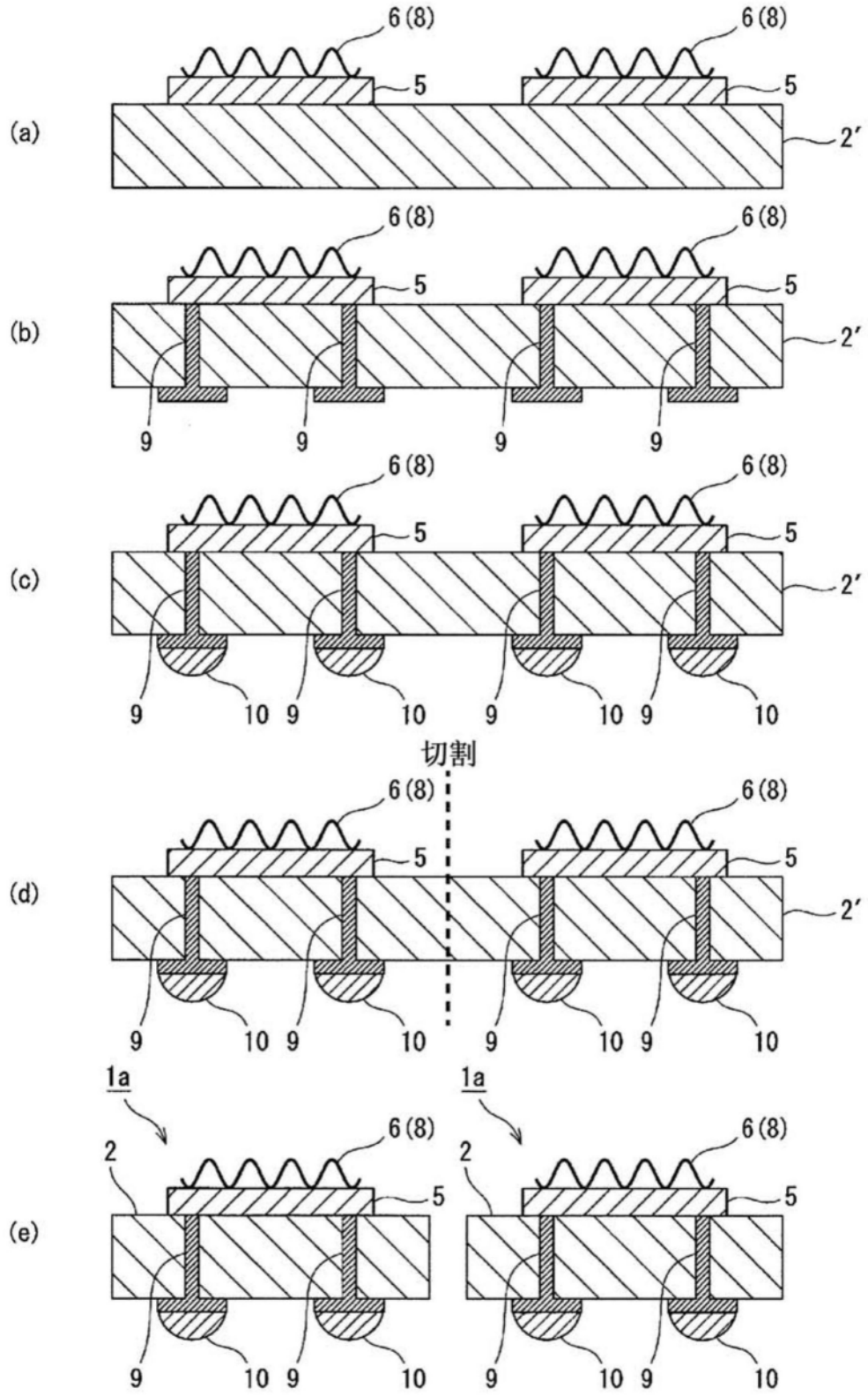


图6

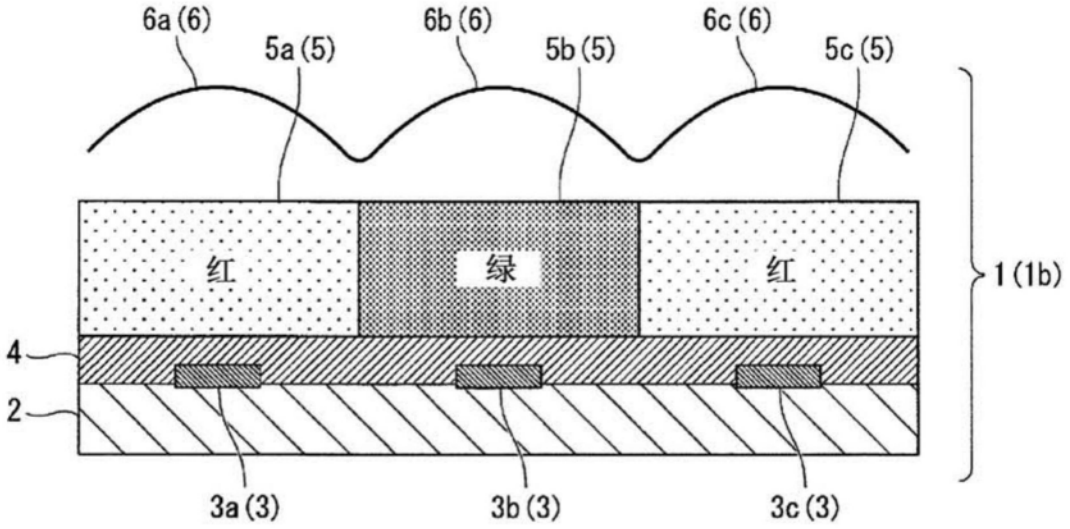

6a(6)
5a(5)
6b(6)
5b(5)
6c(6)
5c(5)
红
绿
红
1(1b)
4
2
3a(3)
3b(3)
3c(3)

图7

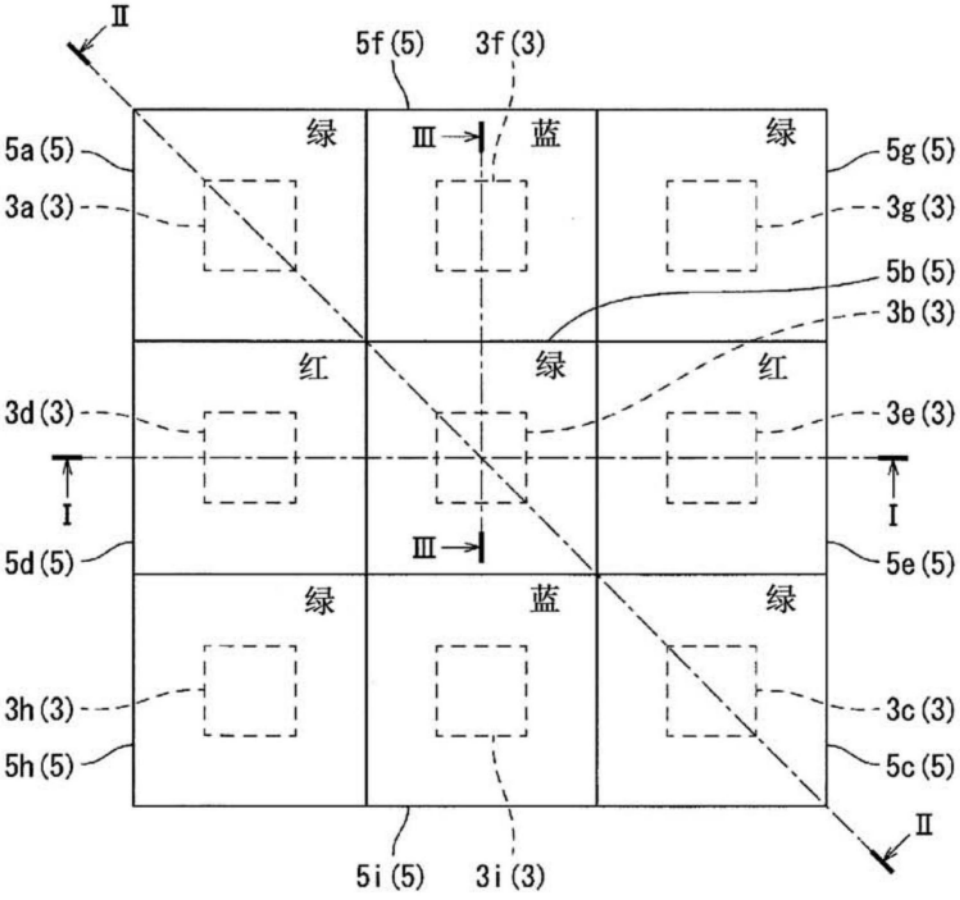

II
5f(5)
3f(3)
绿
III
蓝
绿
5a(5)
3a(3)
5g(5)
3g(3)
5b(5)
3b(3)
红
绿
红
3d(3)
3e(3)
I
I
III
5d(5)
5e(5)
绿
蓝
绿
3h(3)
3c(3)
5h(5)
5c(5)
II
5i(5)
3i(3)

图8

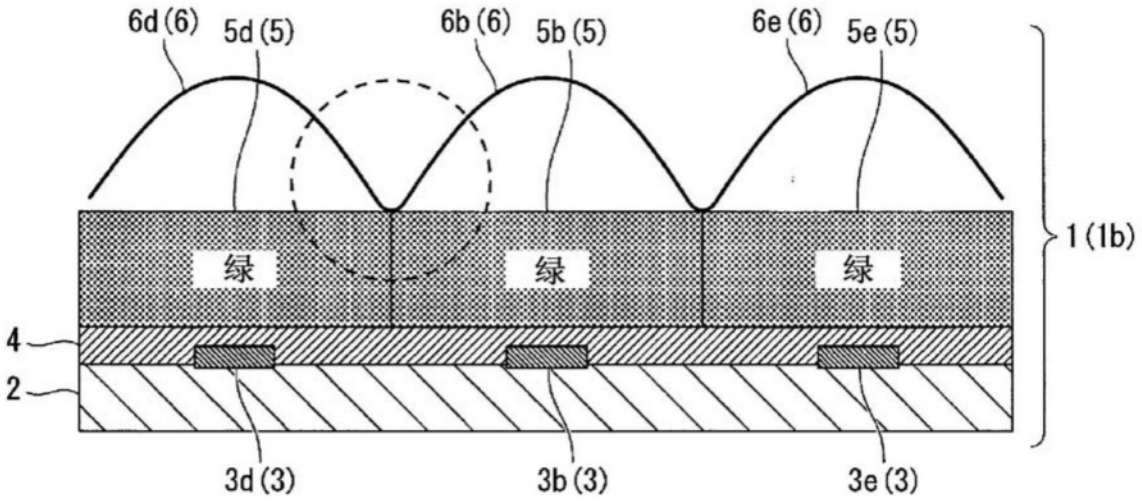

6d (6)
5d (5)
6b (6)
5b (5)
6e (6)
5e (5)
绿
绿
绿
1 (1b)
4
2
3d (3)
3b (3)
3e (3)

图9

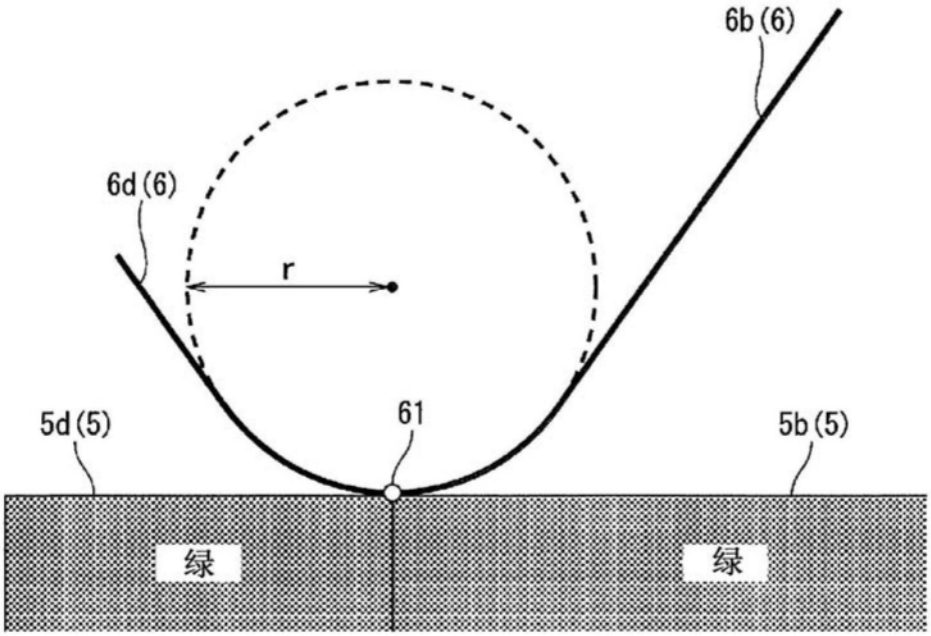

6b (6)
6d (6)
r
5d (5)
61
5b (5)
绿
绿

图10

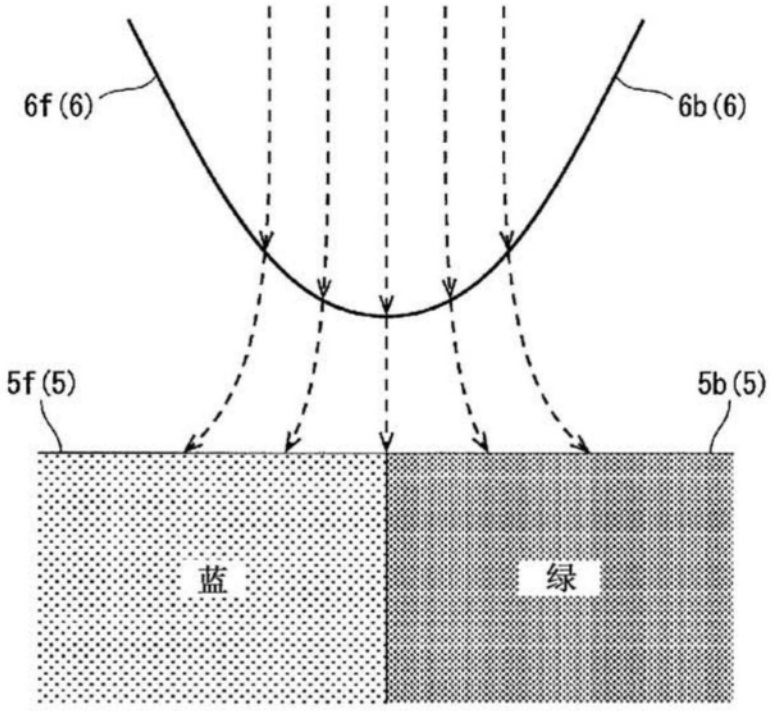


图11

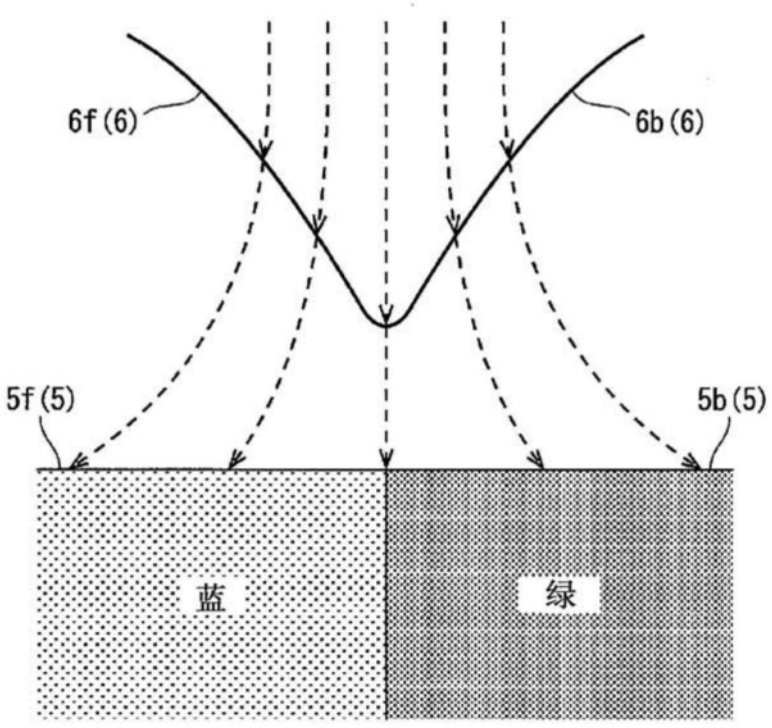


图12

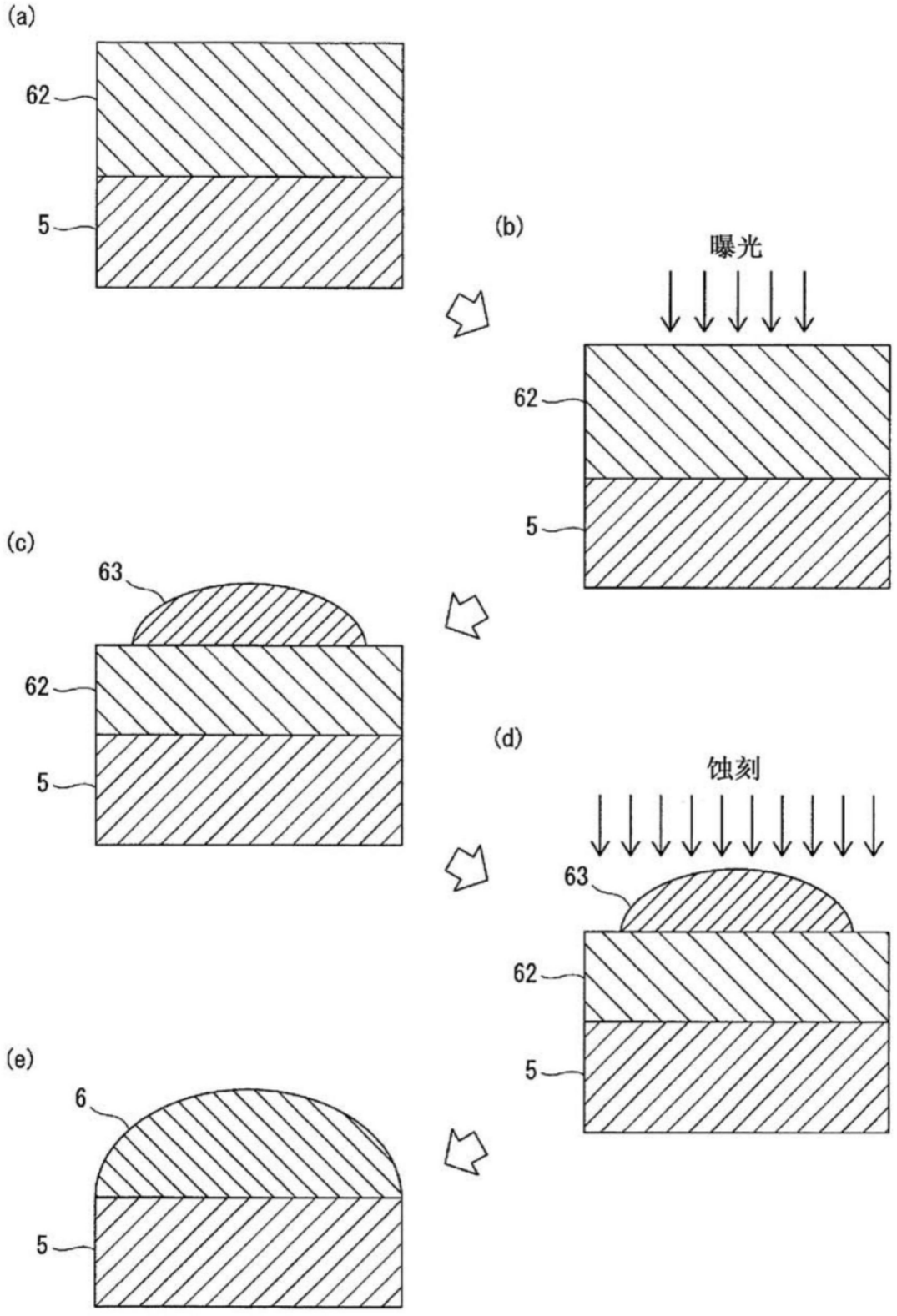


图13