

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101960353 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 26

(21) 申请号 200980108105. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 03. 06

G02B 7/28 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G02B 7/34 (2006. 01)

2008-061845 2008. 03. 11 JP

G03B 13/36 (2006. 01)

2009-049716 2009. 03. 03 JP

H04N 5/232 (2006. 01)

H04N 9/07 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H04N 101/00 (2006. 01)

2010. 09. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/054818 2009. 03. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02009/113644 EN 2009. 09. 17

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 大贯一郎 长野明彦 高宫诚

(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 罗银燕

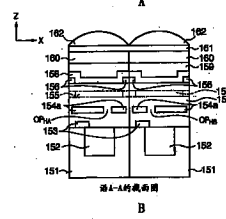
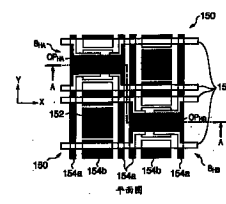
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 22 页

(54) 发明名称

焦点检测装置和具有焦点检测装置的成像设备

(57) 摘要

具有成像像素和使用相位差焦点检测方法的焦点检测像素的焦点检测装置实现高精度焦点检测。在所述焦点检测装置中,布置有多个像素,每个像素具有用于将入射光束转换成信号电荷的光电转换单元和在光电转换单元附近具有焦点位置的微透镜。所述多个像素包含用于产生拍摄图像的多个成像像素和用于产生用于通过相位差焦点检测方法进行焦点检测的图像信号的多个焦点检测像素。使用被布置为从光电转换单元读出信号电荷的电极来形成将光瞳分割功能赋予焦点检测像素的开口。



CN 101960353 A

1. 一种布置有多个像素的焦点检测装置,各像素具有用于将入射光束转换成信号电荷的光电转换单元和在所述光电转换单元附近具有焦点位置的微透镜,所述焦点检测装置包括:

电极组,所述电极组用于读出由所述多个像素的所述光电转换单元转换的信号电荷,

其中,所述多个像素包含用于产生拍摄图像的多个成像像素和用于产生用于通过相位差焦点检测方法进行焦点检测的图像信号的多个焦点检测像素,并且

对于所述成像像素,所述电极组被布置为不遮挡经由所述微透镜进入所述光电转换单元的光束,并且,对于所述焦点检测像素,所述电极组被布置在所述光电转换单元和所述微透镜之间,以形成用于限制经由所述微透镜进入所述光电转换单元的光束之中沿预定的光瞳分割方向的光束的开口。

2. 根据权利要求 1 的装置,其中

所述电极组包含在所述光电转换单元周围布置的多个电极,并且

所述开口是通过向所述焦点检测像素的所述光电转换单元的中心延伸在所述焦点检测像素周围布置的电极的宽度而形成的。

3. 根据权利要求 2 的装置,其中

所述电极组具有多层结构,

所述开口的形状具有与所述光瞳分割方向垂直的边和与所述光瞳分割方向平行的边,并且

限定至少所述开口的与所述光瞳分割方向垂直的边的电极是所述电极组之中最远离所述微透镜的焦点位置的层以外的层中的电极。

4. 根据权利要求 3 的装置,其中

限定所述开口的与所述光瞳分割方向垂直的边的电极是所述电极组之中最远离所述微透镜的焦点位置的层以外的层中的电极,并且

限定所述开口的与所述光瞳分割方向平行的边的电极是所述电极组之中比限定所述开口的与所述光瞳分割方向垂直的边的电极远离所述微透镜的焦点位置的层中的电极。

5. 根据权利要求 3 的装置,其中

限定所述开口的与所述光瞳分割方向垂直的边的电极和限定所述开口的与所述光瞳分割方向平行的边的电极都不是所述电极组之中最远离所述微透镜的焦点位置的层中的电极,并且

在布置在所述焦点检测像素周围的电极之中,比限定所述开口的边的电极远离所述微透镜的焦点位置的层中的电极被形成,以对于所述焦点检测像素的所述光电转换单元的不被限定所述开口的边的电极遮光的区域进行遮光。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项的装置,其中,所述多个焦点检测像素以相等的密度被布置,并且包含具有第一光瞳分割方向的焦点检测像素对和具有与所述第一光瞳分割方向垂直的第二光瞳分割方向的焦点检测像素对。

7. 根据权利要求 1 至 5 中任一项的装置,还包括:

产生构件,所述产生构件用于基于从所述多个焦点检测像素读出的信号电荷,产生用于检测所述光瞳分割方向上的相位差的一对图像信号;和

计算构件,所述计算构件用于从由所述产生构件产生的所述一对图像信号计算散焦

量。

8. 一种成像设备,包括:

具有聚焦透镜的摄影光学系统;

在权利要求 7 中限定的焦点检测装置;

驱动构件,所述驱动构件用于根据由所述焦点检测装置的计算构件计算的散焦量来驱动所述聚焦透镜;和

图像处理构件,所述图像处理构件用于基于从所述焦点检测装置的成像像素读出的信号电荷来产生图像。

## 焦点检测装置和具有焦点检测装置的成像设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及焦点检测装置,更特别地,涉及具有成像像素和使用相位差焦点检测方法的焦点检测像素的焦点检测装置。

[0002] 本发明还涉及具有焦点检测装置的成像设备。

### 背景技术

[0003] 常规上,如下的技术是已知的:通过将相位差焦点检测功能赋予(give)图像传感器而不使用专用的AF(自动聚焦)传感器,实现相位差焦点检测AF(相位差AF)。

[0004] 例如,在日本专利公开 No. 2001-305415 中,通过将光瞳分割功能赋予图像传感器的一些像素,使它们形成为焦点检测像素。通过将像素的光接收部分分割成两个,提供光瞳分割功能。来自两个光接收部分的输出被用作相位差焦点检测信号,并且,它们的和被用作像素信号。

[0005] 在日本专利公开 No. 2000-156823 或 No. 2008-134389 中,通过在微透镜和光电转换单元之间的遮光层中形成矩形开口以使得该开口从微透镜的光轴偏心,将光瞳分割功能赋予图像传感器的一些像素。这些具有光瞳分割功能的像素被作为焦点检测像素以预定的间隔布置,从而执行相位差焦点检测AF。从来自周边像素的图像信号产生布置有焦点检测像素的部分处的图像信号。

[0006] 但是,根据日本专利公开 No. 2001-305415 中公开的技术,需要配置图像传感器,使得要被赋予光瞳分割功能的像素的光接收部分被分割成两个区域并且分割的区域中的光电转换信号能被独立地读出。这使图像传感器的结构复杂化,这在减小像素节距(pitch)方面是不利的。分割的区域之间的区域变成盲区,因此,图像传感器的灵敏度会降低。

[0007] 根据日本专利公开 No. 2000-156823 和 No. 2008-134389 中公开的技术,需要布置用于光瞳分割的遮光层。但是,布置专用于光瞳分割的遮光层使图像传感器的结构复杂化。尤其是在目前,CMOS 图像传感器(使用互补金属氧化物半导体的固态图像传感器)已得到广泛普及。CMOS 图像传感器在微透镜和光电转换单元之间需要大约三个电极层(互连层)。当日本专利公开 No. 2000-156823 或 No. 2008-134389 中公开的技术被应用于 CMOS 图像传感器时,遮光层被添加到互连层。微透镜和光电转换单元之间的距离将增大,从而降低光接收效率。一般地,微透镜的焦点位置被设在光电转换单元的表面的附近。如果用于光瞳分割的遮光层紧接在微透镜之下而布置,那么不能获得希望的光瞳分割性能,并且,焦点检测精度会降低。

### 发明内容

[0008] 本发明是为了克服常规的缺点而作出的,并在具有成像像素和使用相位差焦点检测方法的焦点检测像素的焦点检测装置中实现高精度焦点检测。

[0009] 根据本发明的一个方面,提供一种布置有多个像素的焦点检测装置,各像素具有用于将入射光束转换成信号电荷的光电转换单元和在所述光电转换单元附近具有焦点位

置的微透镜,所述焦点检测装置包括:电极组,所述电极组用于读出由所述多个像素的所述光电转换单元转换的信号电荷,其中,所述多个像素包含用于产生拍摄图像的多个成像像素和用于产生用于通过相位差焦点检测方法进行焦点检测的图像信号的多个焦点检测像素,并且,对于所述成像像素,所述电极组被布置为不遮挡经由所述微透镜进入所述光电转换单元的光束,并且,对于所述焦点检测像素,所述电极组被布置在所述光电转换单元和所述微透镜之间,以形成用于限制经由所述微透镜进入所述光电转换单元的光束之中沿预定的光瞳分割方向的光束的开口。

[0010] 根据本发明的另一方面,提供一种成像设备,包括:具有聚焦透镜的摄影光学系统;根据本发明的焦点检测装置;驱动构件,所述驱动构件用于根据由所述焦点检测装置的计算构件计算的散焦量(defocus amount)来驱动所述聚焦透镜;和图像处理构件,所述图像处理构件用于基于从所述焦点检测装置的成像像素读出的信号电荷来产生图像。

[0011] 从参照附图对示例性实施例的以下描述,本发明的进一步的特征将变得明显。

### 附图说明

[0012] 图1是示出作为可应用根据本发明实施例的焦点检测装置的成像设备例子的数字照相机的布置例子的示意图;

[0013] 图2是用于解释在根据本发明实施例的数字照相机中通过相位差焦点检测方法执行焦点检测时的光瞳分割的概念的示意图;

[0014] 图3是示出形成根据本发明实施例的焦点检测装置的图像传感器中焦点检测像素的布局例子的示意图;

[0015] 图4是从摄影光学系统观看时图3中所示的一个块的放大平面图;

[0016] 图5A和图5B分别是用于解释根据本发明实施例的图像传感器中的成像像素结构的平面图和截面图;

[0017] 图6A和图6B分别是用于解释根据本发明第一实施例的图像传感器中焦点检测像素(用于水平相位差焦点检测)的结构平面图和截面图;

[0018] 图7A和图7B分别是用于解释根据本发明第一实施例的图像传感器中焦点检测像素(用于垂直相位差焦点检测)的结构平面图和截面图;

[0019] 图8A和图8B分别是用于解释根据本发明实施例的图像传感器中成像像素的光瞳投影的平面图和截面图;

[0020] 图9A和图9B分别是用于解释根据本发明实施例的图像传感器中摄影光学系统的用于水平方向(X方向)的相位差焦点检测的像素(焦点检测像素)的光瞳投影的平面图和截面图;

[0021] 图10A和图10B分别是用于解释根据本发明实施例的图像传感器中摄影光学系统的用于垂直方向(Y方向)的相位差焦点检测的像素(焦点检测像素)的光瞳投影的平面图和截面图;

[0022] 图11A至图11C分别是用于解释根据本发明第一实施例的图像传感器中焦点检测像素 $S_{HA}$ 和 $S_{HB}$ 以及成像像素的光瞳锐度(sharpness)的平面图和图示;

[0023] 图12A至图12C分别是用于解释根据本发明第一实施例的图像传感器中焦点检测像素 $S_{VC}$ 和 $S_{VD}$ 以及成像像素的光瞳锐度的平面图和图示;

[0024] 图 13 是用于解释根据本发明第一实施例的数字照相机中在焦点检测时获取的图像和焦点检测区域的例子的示意图；

[0025] 图 14 是用于解释根据实施例的数字照相机的总体操作的流程图；

[0026] 图 15 是用于解释图 14 的 S131 中的焦点检测处理的细节的流程图；

[0027] 图 16 是用于解释图 14 的 S161 中的拍摄处理的细节的流程图；

[0028] 图 17 是从摄影光学系统观看时包含于形成根据第二实施例的焦点检测装置的图像传感器中的单位块中的  $8 \times 8 = 64$  个像素的放大平面图；

[0029] 图 18A 和 18B 分别是用于解释根据本发明第二实施例的图像传感器中焦点检测像素（用于水平相位差焦点检测）的结构平面图和截面图；

[0030] 图 19A 和 19B 分别是用于解释根据本发明第二实施例的图像传感器中焦点检测像素（用于垂直相位差焦点检测）的结构平面图和截面图；

[0031] 图 20A 至图 20C 分别是用于解释根据本发明第二实施例的图像传感器中焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及成像像素的光瞳锐度的平面图和图示；以及

[0032] 图 21A 至图 21C 分别是用于解释根据本发明第二实施例的图像传感器中焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  以及成像像素的光瞳锐度的平面图和图示。

## 具体实施方式

[0033] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0034] （第一实施例）

[0035] 图 1 是示出作为可应用根据本发明第一实施例的焦点检测装置的成像设备例子的数字照相机的布置例子的示意图。

[0036] 第一透镜组 101 被布置在摄影光学系统（图像形成光学系统）的第一级上，并被保持为可沿光轴移动。快门 102 用作用于控制静止图像拍摄中的曝光时间的快门，并且还作用于通过调节孔径（aperture）直径来调节拍摄中的光量的光阑。被布置在快门 102 后面（图像传感器侧）的第二透镜组 103 可与快门 102 一起沿光轴移动，并与第一透镜组 101 一起提供变焦功能。

[0037] 第三透镜组 105 是聚焦透镜，并且可沿光轴移动。光学低通滤波器 106 被布置在图像传感器 107 的前面，并且减少在拍摄的图像中产生的伪色和莫阿条纹（moire）。形成焦点检测装置的图像传感器 107 包含 CMOS 图像传感器及其周边电路。在第一实施例中，图像传感器 107 是二维 1CCD 彩色图像传感器，其中，沿横向和纵向二维地布置  $m \times n$  个光接收元件，并且在它们上面形成具有拜耳（Bayer）阵列的芯片上原色镶嵌滤波器（mosaic filter）。滤色器对于每一像素限制进入光接收元件的透射光的波长。

[0038] 变焦致动器 111 在变焦驱动电路 129 的控制下使凸轮筒（cam cylinder）（未示出）枢轴转动（pivot）以沿光轴驱动第一透镜组 101 和 / 或第三透镜组 105。快门致动器 112 在快门驱动电路 128 的控制下以预定的开 / 关定时用预定的孔径直径驱动快门 102。

[0039] 聚焦致动器 114 在聚焦驱动电路 126 的控制下沿光轴驱动第三透镜组 105。

[0040] 电子闪光灯 115 优选为使用氙管的闪光照明装置，但也可以是具有连续发光 LED 的照明装置。AF 辅助光输出单元 116 将预定孔径图案的掩模图像投影到视场（field），并且在暗场所处的拍摄中或者对于低对比度对象帮助焦点检测。

[0041] CPU 121 控制数字照相机的总体操作,并且包括运算单元、ROM、RAM、A/D 转换器、D/A 转换器、通信接口电路等(它们均没有被示出)。CPU 121 通过执行存储在 ROM 中的程序并控制各种电路,提供诸如 AF、AE、图像处理和记录的数字照相机功能。

[0042] 电子闪光灯控制电路 122 在拍摄操作中控制电子闪光灯 115 的开启(ON)操作。辅助光驱动控制电路 123 在焦点检测操作中控制 AF 辅助光输出单元 116 的开启操作。图像传感器驱动电路 124 控制图像传感器 107 的操作。另外,图像传感器驱动电路 124 将从图像传感器 107 读出的图像信号进行 A/D 转换,并将其输出到 CPU 121。图像处理电路 125 对于图像信号应用诸如  $\gamma$  转换、颜色插值和 JPEG 编码的图像处理。

[0043] 聚焦驱动电路 126 基于焦点检测结果驱动聚焦致动器 114,并且沿光轴移动第三透镜组 105 以调节焦点。快门驱动电路 128 驱动快门致动器 112 以控制快门 102 的孔径直径和开/关定时。变焦驱动电路 129 根据由用户通过按压例如操作开关 132 之中的变焦操作开关所指定的变焦操作,驱动变焦致动器 111。

[0044] 显示器 131 例如是 LCD,并且显示关于数字照相机的拍摄模式、拍摄之前的预览图像、拍摄之后的确认图像、焦点检测时的焦点对准(in-focus)信息等的信息。操作开关 132 包含电源开关、释放(拍摄触发器)开关、变焦操作开关和拍摄模式选择开关。记录介质 133 例如是可拆卸的半导体存储卡,并且记录拍摄的图像。

[0045] 图 2 是用于解释在根据实施例的数字照相机中通过相位差焦点检测方法执行焦点检测时的光瞳分割的概念的示图。在以下的描述中,在用作第一光瞳分割方向的水平方向上和用作与第一光瞳分割方向垂直的第二光瞳分割方向的垂直方向上分割光瞳。

[0046] 图像传感器 107 的一些像素被赋予用于相位差焦点检测的光瞳分割功能。 $EP_{HA}$  和  $EP_{HB}$  是用于水平方向(X 方向)上的相位差焦点检测的光瞳区域。 $EP_{VC}$  和  $EP_{VD}$  是用于垂直方向(Y 方向)上的相位差焦点检测的光瞳区域。通过经由芯片上微透镜将焦点检测像素的光瞳分割开口投影到摄影光学系统的出射光瞳 TL 上,形成这四个光瞳区域。

[0047] 图 3 是示出形成根据实施例的焦点检测装置的图像传感器 107 中焦点检测像素的布局例子的示图。

[0048] 如上所述,通过二维地布置多个像素形成第一实施例中的图像传感器 107。图像传感器 107 采用拜耳阵列,其中,在  $2 \times 2 = 4$  个像素之中对角地布置具有 G(绿色)光谱灵敏度的两个像素,并且作为两个剩余的像素布置具有 R(红色)光谱灵敏度的一个像素和具有 B(蓝色)光谱灵敏度的一个像素。

[0049] 一个块包含  $8 \times 8 = 64$  个像素。在每一块中布置用于水平分割光瞳的一对焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及用于垂直分割光瞳的一对焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$ 。在本实施例中,对于各自的块,焦点检测像素的布置是共同的。在图像传感器 107 的像素区域中,块被规则地重复布置。

[0050] 将解释使用来自焦点检测像素的输出信号的方法。在图 3 中, $AFLN_{H1}$  至  $AFLN_{H3}$  是用于检测水平相位差的焦点检测线。通过计算由来自每一条线上的焦点检测像素  $S_{HA}$  的输出信号构成的第一图像信号和由来自同一条线上的焦点检测像素  $S_{HB}$  的输出信号构成的第二图像信号之间的相位差,来计算图像的散焦量。

[0051] 类似地, $AFLN_{V1}$  至  $AFLN_{V3}$  是用于检测垂直相位差的焦点检测线。通过计算由来自每一条线上的焦点检测像素  $S_{VC}$  的输出信号构成的第三图像信号和由来自同一条线上的焦

点检测像素  $S_{VD}$  的输出信号构成的第四图像信号之间的相位差,来计算图像的散焦量。

[0052] 图 4 至图 7B 是用于解释图像传感器 107 中的成像像素和焦点检测像素的结构例子的示意图。

[0053] 图 4 是从摄影光学系统观看时图 3 中所示的一个块的放大平面图。

[0054] 在图 4 中,由黑色矩形代表的光电转换单元 152 被布置在像素的最下层上,并且在所有的像素中大致具有正方形形状。如后面将描述的那样,露出整个光电转换单元 152 的像素 150 是成像像素。部分露出光电转换单元 152 的像素  $S_{HA}$ 、 $S_{HB}$ 、 $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  是焦点检测像素。来自光电转换单元 152 的输出经由第一电极组 154 和第二电极组 155 被读出。第一电极组 154 和第二电极组 155 经由设置在图 4 中被示为重叠部分的区域处的通孔(未示出)相互电连接。虽然图 4 中没有示出,但是,在第二电极组 155 上从底部依次形成第三电极组、滤色器、微透镜等。

[0055] 被布置在光电转换单元 152 之上(光入射侧)的第一电极组 154 沿 Y 方向(图 4 中向上)延展。第一电极组 154 包含沿 X 方向(图 4 中右方)规则布置的线状电极 154a 和布置在各自像素中的岛状电极 154b。注意,岛状电极 154b 各经由通孔(未示出)与位于其下层中(即,与光电转换单元 152 相同的平面中)的电荷积累单元和开关装置以及位于其上层中的第二电极组 155 电连接。这意味着岛状电极 154b 用作互连电极。因此,在以下的描述中,线状电极 154a 被称为“用于信号传送的主电极组”,并且,岛状电极 154b 被称为“互连电极组”。被布置在第一电极组 154 之上的第二电极组 155 沿 X 方向延展。第二电极组 155 包含沿 Y 方向规则布置的线状电极 155a。在光电转换单元 152 中产生的信号电荷经由浮置扩散(未示出)、第一电极组 154 和第二电极组 155 被输出到随后的电路。

[0056] 根据第一实施例,在成像像素中,第一电极组 154 和第二电极组 155 以最小的宽度形成,从而不遮挡进入光电转换单元 152 的光束(light flux)。在焦点检测像素  $S_{HA}$ 、 $S_{HB}$ 、 $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  中,电极的线宽度部分地延伸以形成用于赋予光瞳分割功能的狭缝。将在后面参照图 6 以及随后的附图详细解释用于通过使用第一电极组 154 和第二电极组 155 形成狭缝的结构。

[0057] 图 5A 和图 5B 是用于解释根据第一实施例的图像传感器 107 中成像像素的结构示意图。图 5A 是四个像素即图 4 中的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及两个成像像素 150 的平面图。图 5B 是沿图 5A 中的线 A-A 获取的一个成像像素 150 的截面图。

[0058] 将参照图 5B 解释成像像素 150 的结构。

[0059] 光电转换单元 152 被埋入硅基板 151 中。在光电转换单元 152 和硅基板 151 的上表面上形成透明多晶硅电极 153。在透明多晶硅电极 153 之上形成具有多层结构的第一电极组 154、第二电极组 155 和第三电极组 156。第三电极组 156 被布置在像素之间的边界处,并且具有 # 形状(图 5A 中未示出)。三个层的第一到第三电极组 154 至 156 各通过蚀刻铝或铜金属膜形成。第一到第三电极组 154 至 156 通过由  $SiO_2$  等制成的透明层间电介质膜 157 相互绝缘。钝化膜 158 覆盖第三电极组 156 的顶部。附图标记 159 表示第一平坦化层;160 表示作为图 5B 中的绿色(G)滤波器的滤色器;161 表示第二平坦化层;162 表示芯片上微透镜(也将简称为微透镜)。

[0060] 成像像素 150 所要求的第一功能是向光电转换单元 152 有效地引导已通过摄影光学系统的入射光束。成像像素 150 所要求的第二功能是,即使摄影光学系统被更换或者光



学特性在变焦操作或焦点调节操作时改变,也防止光束传送效率的降低。为了实现这些功能,一般设定微透镜 162 的形状,以使微透镜 162 的焦点位置位于光电转换单元 152 的上表面附近。第一电极组 154 和第二电极组 155 的宽度被最小化,以防止第一电极组 154 和第二电极组 155 遮挡进入微透镜 162 的光束。

[0061] 图 6A 和图 6B 是用于解释根据第一实施例的图像传感器 107 中焦点检测像素(用于水平相位差焦点检测)的结构示意图。

[0062] 图 6A 是与图 5A 中同样的四个像素的平面图。图 6B 是沿图 6A 中的线 A-A 获取的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  的截面图。

[0063] 在像素中第一电极组 154 和第二电极组 155 的形状方面,图 5A 和图 5B 所示的成像像素 150 的结构与焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  的结构是不同的。更具体而言,在焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  中,第一电极组 154 和第二电极组 155 的宽度被控制以形成狭缝。以此方式,第一实施例通过将第一电极组 154 和第二电极组 155 用作遮光膜而将光瞳分割功能赋予像素,来形成焦点检测像素。

[0064] 当通过成像像素中的微透镜和由遮光部件形成的开口来实现摄影光学系统的出射光瞳平面上的光瞳分割时,光瞳成像的锐度(光瞳分割特性)易于通过由各部件的小尺寸导致的光的衍射或微透镜的球面像差而减小。如果成对的光瞳区域相互重叠或者被摄影光学系统遮蔽(eclipse),那么相位差焦点检测方法的焦点检测精度降低。因此,特别是沿光瞳分割方向,希望明确地分割一对光瞳并使由摄影光学系统导致的遮蔽最小化。

[0065] 如参照图 5B 描述的那样,微透镜 162 被设定为使其焦点位置位于光电转换单元 152 的最上表面附近。为了获得优选的光瞳分割特性,需要在微透镜 162 的焦点位置附近布置用于限制光瞳分割方向上的光束的遮光部件。但是,如上所述,CMOS 图像传感器在微透镜和光电转换单元之间需要多个电极层。如果进一步布置专用的遮光层,那么这使图像传感器的结构复杂化,增大微透镜和光电转换单元之间的距离并降低成像像素的光接收效率。

[0066] 由此,第一实施例使用原本包含于 CMOS 图像传感器中的电极组作为遮光膜。第一实施例在防止图像传感器结构的复杂化并抑制微透镜和光电转换单元 152 之间的距离的增大的同时,实现优选的光瞳分割特性。与图 5A 类似,图 6A 没有示出第三电极组 156 及其上层的结构。

[0067] 参照图 6A,第一电极组 154 和第二电极组 155 的线宽度在成像像素 150 中被最小化。相对照地,在焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  中,第一电极组 154 的线宽度部分地向光电转换单元 152 的中心延伸。类似地,第二电极组 155 的宽度部分地向光电转换单元 152 的中心延伸。两个层的电极组形成一对狭缝  $OP_{HA}$  和  $OP_{HB}$ 。

[0068] 在限定每一狭缝的四条边中,限制与光瞳分割方向平行的水平方向(X方向)上的光束的两条边(较长边)由位于微透镜 162 的焦点位置附近的第一电极组 154 限定。限制与光瞳分割方向垂直的方向(Y方向)上的光束的两条边(较短边)由位置比第一电极组 154 远离微透镜 162 的焦点位置的第二电极组 155 限定。以此方式,光瞳分割方向上的光束由具有多层结构的电极组之中的布置在微透镜 162 的焦点位置附近的电极组限制,由此增加相位差焦点检测方向上的光瞳锐度。成对的狭缝对于相应的微透镜的光轴沿相反的方向被偏心预定量。结果,一对光瞳以预定的间隔被投影在投影光学系统上,从而将用于相位差焦点检测的光瞳分割功能赋予像素。

[0069] 当使用具有多层结构的电极组之中的不同层的电极组形成开口时,限定用于限制与光瞳分割方向平行的方向上的光束的边的电极组是具有多层结构的电极组之中的最远离微透镜 162 的焦点位置的层中的电极组以外的电极组就够了。限定用于限制与光瞳分割方向垂直的方向上的光束的边的电极组是具有多层结构的电极组之中的比限定用于限制与光瞳分割方向平行的方向上的光束的边的电极组远离微透镜 162 的焦点位置的层的电极组就够了。

[0070] 在第一实施例中,三个层的电极组 154 至 156 之中的第一电极组 154 离微透镜 162 最远。该结构可提供高的光瞳锐度。另外,该结构可减小由微透镜 162 的光轴和电极图案之间的对准误差所产生的光瞳中心轴的角度不对准。

[0071] 图 7A 和图 7B 是用于解释根据第一实施例的图像传感器 107 中焦点检测像素(用于垂直相位差焦点检测)的结构示意图。

[0072] 图 7A 是四个像素即图 4 中的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  以及两个成像像素 150 的放大平面图。图 7B 是沿图 7A 中的线 A-A 获取的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  的截面图。图 7B 所示的截面结构基本上与图 5B 和图 6B 所示的截面结构相同,并且将不重复对它们的描述。

[0073] 将参照图 7A 解释用于垂直相位差焦点检测的焦点检测像素的光瞳分割狭缝的结构。

[0074] 在用于垂直相位差焦点检测的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  中,第一电极组 154 和第二电极组 155 的走向方向与图 6A 和图 6B 所示的用于水平相位差焦点检测的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  中的相同。但是,光瞳分割方向相差  $90^\circ$ 。因此,用于形成光瞳分割狭缝的电极的形状如下改变。

[0075] 限制光瞳分割方向即 Y 方向上的光束的部件不是第一电极组 154 的走向沿 Y 方向的用于信号传送的主电极组 154a(参见图 4),而是布置在像素之间的边界处的岛状的互连电极组 154b。如图 7A 的平面图所示,互连电极组 154b 的宽度向着光电转换单元 152 的中心延伸,以覆盖光电转换单元 152 的上部。通过延伸走向沿 Y 方向的第二电极组 155 的一部分的宽度,形成限制如下方向上的光束的部件:即,与光瞳分割方向垂直的 X 方向。但是,该部件的形状不同于用于水平相位差焦点检测的焦点检测像素中限制 Y 方向上的光束的部件的形状。如图 7A 和图 7B 所示,从一个电极延伸的成对部分 155c 限定狭缝的 Y 方向上的两条边。经由光电转换单元 152 相互面对的电极 155d 的形状保持不变。也可由经由光电转换单元 152 相互面对的一对电极形成一对延伸部分 155c。

[0076] 利用该结构,形成光瞳分割狭缝  $OP_{VC}$  和  $OP_{VD}$ 。该成对的狭缝  $OP_{VC}$  和  $OP_{VD}$  的形状基本上与通过关于 Z 轴将图 6A 所示的狭缝  $OP_{HA}$  和  $OP_{HB}$  旋转  $90^\circ$  获得的狭缝的形状相同。

[0077] 将参照图 8A 至图 10B 解释摄影光学系统和各像素之间的光瞳投影关系。

[0078] 图 8A 和图 8B 是用于解释成像像素的光瞳投影的示图。图 8A 和图 8B 分别是示出与图 5A 和图 5B 中相同的成像像素的平面图和截面图。截面图简单地仅示出像素的内部结构的主要部分。

[0079] 如图 8B 所示,光电转换单元 152 的上表面经由微透镜 162 被投影到摄影光学系统的光瞳平面上。如上所述,成像像素被配置为有效地接收已通过摄影光学系统的整个出射光瞳 TL 的光束。其上被投影光电转换单元 152 的光瞳  $EP_{NRM}$  具有几乎覆盖摄影光学系统的出射光瞳 TL 的形状。

[0080] 图 9A 和图 9B 是用于解释摄影光学系统中用于水平方向 (X 方向) 上的相位差焦点检测的像素 (焦点检测像素) 的光瞳投影的示图。图 9A 和图 9B 与图 6A 和图 6B 对应。

[0081] 如作为沿图 9A 中的线 A-A 获取的截面图的图 9B 所示, 像素  $S_{HA}$  的狭缝  $OP_{HA}$  经由微透镜 162 作为光瞳  $EP_{HA}$  被投影在摄影光学系统的出射光瞳 TL 上。类似地, 像素  $S_{HB}$  的狭缝  $OP_{HB}$  作为光瞳  $EP_{HB}$  被投影。即, 摄影光学系统的出射光瞳 TL 被分成一对焦点检测光瞳  $EP_{HA}$  和  $EP_{HB}$ 。像素  $S_{HA}$  接收已通过分割的光瞳  $EP_{HA}$  的光束, 并且, 像素  $S_{HB}$  接收已通过光瞳  $EP_{HB}$  的光束。

[0082] 如图 3 所示, 像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  沿水平方向规则布置。可通过检测通过连结 (concatenate) 来自多个像素  $S_{HA}$  的输出所产生的第一图像信号和通过连结来自多个像素  $S_{HB}$  的输出所产生的第二图像信号之间的图像偏移量即相位差, 检测对象图像的散焦量。

[0083] 图 10A 和图 10B 是用于解释摄影光学系统中用于垂直方向 (Y 方向) 上的相位差焦点检测的像素的光瞳投影的示图。图 10A 和图 10B 与图 7A 和图 7B 对应。

[0084] 在图 10B 中, 与图 9B 类似, 像素  $S_{VC}$  的狭缝  $OP_{VC}$  经由微透镜 162 作为光瞳  $EP_{VC}$  被投影在摄影光学系统的出射光瞳 TL 上。类似地, 像素  $S_{VD}$  的狭缝  $OP_{VD}$  作为光瞳  $EP_{VD}$  被投影。即, 摄影光学系统的出射光瞳 TL 被分成一对焦点检测光瞳  $EP_{VC}$  和  $EP_{VD}$ 。像素  $S_{VC}$  接收已通过分割的光瞳  $EP_{VC}$  的光束, 并且, 像素  $S_{VD}$  接收已通过分割的光瞳  $EP_{VD}$  的光束。

[0085] 如图 3 所示, 像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  沿垂直方向规则布置。可通过检测通过连结来自多个像素  $S_{VC}$  的输出所产生的第三图像信号和通过连结来自多个像素  $S_{VD}$  的输出所产生的第四图像信号之间的图像偏移量即相位差, 检测对象图像的散焦量。

[0086] 图 11A 至图 11C 和图 12A 至图 12C 是用于解释投影在出射光瞳 TL 上的像素光瞳的锐度的示图。图 11A 至图 11C 是用于解释焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及成像像素的光瞳锐度的示图。图 11A 是从图像传感器观看时摄影光学系统的出射光瞳平面的平面图。如上所述, TL 代表摄影光学系统的出射光瞳。  $EP_{NRM}$  代表与成像像素对应的光瞳形状。  $EP_{HA}$  和  $EP_{HB}$  代表与焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  对应的光瞳形状。

[0087] 由于像素内光的衍射或微透镜的像差, 被投影的光瞳的锐度降低。图 11A 所示的光瞳图像不是理想的鲜锐 (sharp) 图像, 而是具有预定的模糊。

[0088] 图 11B 是用于解释图 11A 所示的平面图中通过光轴的水平方向 (x 轴方向) 的截面上各光瞳的锐度的图示。横轴代表摄影光学系统的光瞳平面上的水平坐标, 纵轴代表各光瞳中的光束的透射率。图 11B 示出各像素中光的光接收效率的角度依赖性。为了便于描述, 该图示将被称为“光瞳强度分布”。在图 11B 中,  $INT_{NRM-H}$ 、 $INT_{HA-H}$  和  $INT_{HB-H}$  代表水平截面上的成像像素以及焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  的光瞳强度分布。在各光瞳强度分布中, 最大值的 1/2 强度处的宽度被定义为光瞳强度分布的宽度 W。类似地在 1/2 强度处的倾角  $\theta$  被定义为光瞳强度分布的锐度。如图 11B 所示, 宽度 W 和锐度  $\theta$  由下标区分。

[0089] 与图 11B 类似, 图 11C 是用于解释图 11A 所示的平面图中通过光轴的垂直方向 (y 轴方向) 的截面上各光瞳的锐度的图示。  $INT_{NRM-V}$ 、 $INT_{HA-V}$  和  $INT_{HB-V}$  代表垂直截面上的成像像素以及焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  的光瞳强度分布。如图 11C 所示, 各像素中的光瞳强度分布的宽度 W 和锐度  $\theta$  由下标区分。

[0090] 将解释图 11B 和图 11C 中的各自光瞳强度分布的特征。在成像像素中, 如图 5A 所示, 光电转换单元 152 既不被第一电极组 154 覆盖, 也不被第二电极组 155 覆盖, 并且, 整

个光电转换单元 152 被露出。出于这种原因,成像像素的光瞳强度分布宽,并且,水平宽度  $W_{\text{NRM-H}}$  和垂直宽度  $W_{\text{NRM-V}}$  几乎彼此相等。由于光电转换效率在光电转换单元 152 的周边处逐渐降低,因此光瞳强度分布的锐度  $\theta_{\text{NRM-H}}$  和  $\theta_{\text{NRM-V}}$  低,并且,光瞳强度分布描绘出渐进的底部。

[0091] 在焦点检测像素中,如图 11B 所示,水平光瞳强度分布的宽度  $W_{\text{HA-H}}$  和  $W_{\text{HB-H}}$  小,并且,锐度  $\theta_{\text{HA-H}}$  和  $\theta_{\text{HB-H}}$  高。相反,如图 11C 所示,垂直光瞳强度分布的宽度  $W_{\text{HA-V}}$  和  $W_{\text{HB-V}}$  大,并且,锐度  $\theta_{\text{HA-V}}$  和  $\theta_{\text{HB-V}}$  低。

[0092] 即,在焦点检测像素中,光瞳分割方向上的各光瞳的光瞳强度分布具有高的锐度,并且,一对光瞳被明确地分割。沿与光瞳分割方向垂直的方向,接收宽范围的光束以减轻焦点检测像素的光接收量的减少。

[0093] 图 12A 至图 12C 是用于解释焦点检测像素  $S_{\text{VC}}$  和  $S_{\text{VD}}$  以及成像像素的光瞳锐度的示图。在图 12A 至图 12C 中,光瞳分割方向与图 11A 至图 11C 中的相差  $90^\circ$ ,因此,图 12B 和图 12C 中的特性与图 11B 和图 11C 中的特性相反转。但是,光瞳分割方向上的特性之间的比较揭示,这些特性几乎相同。并且,与光瞳分割方向垂直的方向上的特性几乎相同。

[0094] 图 13 是用于解释根据第一实施例的数字照相机中焦点检测时获取的图像和焦点检测区域的例子的示意图。

[0095] 在图 13 中,在图像传感器 107 的成像表面上形成的对象图像包含中心处的人、左侧的前景中的树和右侧的背景中的山。

[0096] 第一实施例中的图像传感器 107 具有用于检测水平相位差的第一焦点检测像素对  $S_{\text{HA}}$  和  $S_{\text{HB}}$  以及用于检测垂直相位差的第二焦点检测像素对  $S_{\text{VC}}$  和  $S_{\text{VD}}$ 。如图 3 所示,第一焦点检测像素对和第二焦点检测像素对以相等的密度分散布置于整个图像传感器 107 中。

[0097] 如图 3 所示,当检测相位差时,来自焦点检测像素的信号经受分组 (grouping) 处理。可以在成像区域中的任意位置处设定用于检测水平和垂直相位差的焦点检测区域。

[0098] 在图 13 中,人脸存在于画面 (frame) 的中心处。例如,当图像处理电路 125 通过对于拍摄的图像应用已知的脸识别技术来检测脸的存在时,可以设定以脸区域为中心的焦点检测区域。

[0099] 更具体而言,如图 13 所示,可使用脸区域作为中心设定用于水平相位差焦点检测的焦点检测区域  $\text{AFAR}_h(x1, y1)$  和用于垂直相位差焦点检测的焦点检测区域  $\text{AFAR}_v(x3, y3)$ 。下标“h”代表水平方向,并且,  $(x1, y1)$  和  $(x3, y3)$  指示焦点检测区域的左上角的坐标值。 $\text{AFSIG}_h(A1)$  代表通过沿水平方向连结通过包含于焦点检测区域  $\text{AFAR}_h(x1, y1)$  中的焦点检测像素  $S_{\text{HA}}$  所获得的图像信号而获得的相位差焦点检测 A 图像信号。类似地,  $\text{AFSIG}_h(B1)$  代表通过沿水平方向连结通过包含于焦点检测区域  $\text{AFAR}_h(x1, y1)$  中的焦点检测像素  $S_{\text{HB}}$  所获得的图像信号而获得的相位差焦点检测 B 图像信号。

[0100] 通过已知的相关性计算来计算 A 图像信号  $\text{AFSIG}_h(A1)$  和 B 图像信号  $\text{AFSIG}_h(B1)$  之间的相位差,从而获得水平散焦量。

[0101] 并且,对于焦点检测区域  $\text{AFAR}_v(x3, y3)$ ,从焦点检测像素  $S_{\text{VC}}$  和  $S_{\text{VD}}$  获得 C 图像信号  $\text{AFSIG}_v(C3)$  和 D 图像信号  $\text{AFSIG}_v(D3)$ ,并且获得垂直散焦量。

[0102] 将在两个焦点检测区域  $\text{AFAR}_h(x1, y1)$  和  $\text{AFAR}_v(x3, y3)$  中检测的两个散焦量相比较,以采用可靠性较高的值。

[0103] 画面的左侧的树的树干主要具有垂直线成分,即,沿水平方向的亮度分布。因此,确定树干是适用水平相位差焦点检测的对象。用于水平相位差焦点检测的焦点检测区域  $AFAR_h(x2, y2)$  被设定。画面的右侧的山脊线主要具有水平线成分,即,沿垂直方向的亮度分布。由此,用于垂直相位差焦点检测的焦点检测区域  $AFAR_v(x4, y4)$  被设定。

[0104] 以此方式,根据第一实施例,可以在画面(图像传感器)的任意区域中设定用于水平相位差焦点检测和垂直相位差焦点检测的焦点检测区域。不管对象在画面中的位置或亮度分布的方向性能如何,都可执行适当的焦点检测。

[0105] 图 14 至图 16 是用于解释根据实施例的数字照相机的焦点调节和拍摄操作的流程图。

[0106] 图 14 是用于解释根据实施例的数字照相机的总体操作的流程图。

[0107] 当用户接通操作开关 132 之中的电源开关时,在 S103 中,CPU 121 检查照相机中的致动器和图像传感器的操作。CPU 121 将存储器内容和执行程序初始化,并且执行拍摄准备操作。

[0108] 在 S105 中,CPU 121 经由图像传感器驱动电路 124 开始图像传感器 107 的成像操作。图像处理电路 125 处理拍摄的图像,从而产生显示图像(分辨率比记录图像低)。并且,图像处理电路 125 从显示图像检测人脸。

[0109] 在 S107 中,CPU 121 依次向显示器 131 输出由图像处理电路 125 产生的显示图像,以使显示器 131 用作 EVF。在观看显示器 131 上显示的图像的同时,用户确定拍摄构图(composition)。

[0110] 在 S109 中,CPU 121 从图像处理电路 125 获取脸检测结果,并且,如果已检测到脸,那么获取关于脸区域的信息。如果已检测到脸,那么处理从 S111 移到 S113,并且,CPU 121 将焦点调节模式设为脸 AF 模式。在脸 AF 模式中,在脸区域中设定焦点检测区域。

[0111] 如果没有从显示图像检测到脸,那么处理从 S111 移到 S115,并且,CPU 121 将焦点调节模式设为多点 AF 模式。在多点 AF 模式中,拍摄区域被分割成多个区域(例如,3(纵向)×5(横向)=15 个区域)。在各分割区域中执行焦点检测,并且,从焦点检测结果和对象亮度信息类推的包含主对象的分割区域被确定作为最终的焦点检测区域。

[0112] 在 S113 或 S115 中确定 AF 模式之后,CPU 121 在 S117 中确定焦点检测区域。在 S121 中,CPU 121 确定用户是否已接通拍摄准备开关。如果用户还没有接通拍摄准备开关,那么处理返回 S105,并且,CPU 121 重复执行从图像传感器的驱动到 S117 中的焦点检测区域的确定的处理。

[0113] 在 S121 中,CPU 121 检测操作开关 132 之中的拍摄准备开关的状态,并且,如果用户已接通拍摄准备开关,那么处理移到 S131。如果用户还没有接通拍摄准备开关,那么处理移到 S105。拍摄准备开关可以通过例如半途按压释放按钮而接通的开关。

[0114] 图 15 是用于解释 S131 中的焦点检测处理的细节的流程图。

[0115] 在 S132 中,CPU 121 从包含于 S117 中确定的焦点检测区域中的成像像素和焦点检测像素读出信号。在 S133 中,CPU 121 从读出的成像像素信息来识别焦点检测区域中对象亮度变化的方向依赖性(对象图案)。在 S134 中,CPU 121 从 S133 中识别的对象图案选择适于焦点检测的相位差焦点检测方向。更具体而言,当对象图像的亮度仅沿水平方向改变时,仅使用用于检测水平相位差的焦点检测像素来进行焦点检测。类似地,当对象图像的亮

度仅沿垂直方向改变时,仅使用用于检测垂直相位差的焦点检测像素来进行焦点检测。当对象图像的亮度沿水平和垂直方向两者都改变时,使用用于检测水平相位差的焦点检测像素和用于检测垂直相位差的焦点检测像素来执行焦点检测(交叉测距)。

[0116] 在 S141 中,CPU 121 根据像素位置来连结来自焦点检测区域中的焦点检测像素的输出,从而获得 AF 像素信号。在 S142 中,CPU 121 对于 S141 中获得的 AF 像素信号执行阴影校正(shading correction)(画面周边处的光衰减校正)、由渐晕导致的两个图像的畸变的校正等,从而产生用于相关性计算的一对图像信号。更具体而言,CPU 121 产生诸如图 13 所示的一对 A 图像信号 AFSIG<sub>h</sub>(A1) 和 B 图像信号 AFSIG<sub>h</sub>(B1) 或一对 C 图像信号 AFSIG<sub>v</sub>(C3) 和 D 图像信号 AFSIG<sub>v</sub>(D3) 的一对图像信号。

[0117] 在 S143 中,CPU 121 计算相位差焦点检测图像信号对之间的相关性,从而计算出图像信号之间的相位差。

[0118] 在 S144 中,CPU 121 确定计算出的相关性的可靠性。可靠性意味着图像信号对之间的一致性(波长类似性),并且,当一致性高时,焦点检测结果的可靠性一般是高的。当选择多个焦点检测区域时,优先使用基于较高可靠性的图像信号对的相位差。

[0119] 在 S145 中,CPU 121 基于从高可靠性图像信号对获得的相位差,计算最终的散焦量。然后,焦点检测处理结束。

[0120] 回头参照图 14,在 S151 中,CPU 121 确定焦点检测处理中计算的散焦量是否等于或小于容许值(对象是否处于焦点对准)。如果散焦量超过容许值,那么 CPU 121 确定对象处于焦点未对准。在 S153 中,CPU 121 经由聚焦驱动电路 126 将聚焦透镜(第三透镜组)105 沿预定方向驱动预定量。CPU 121 重复执行 S131 至 S153 的处理,直到它在 S151 中确定对象处于焦点对准。

[0121] 如果 CPU 121 在 S151 中确定对象处于焦点对准,那么它在 S155 中在显示器 131 上显示焦点对准的图像,并且移到 S157。

[0122] 在 S157 中,CPU 121 确定用户是否已接通拍摄开始开关。如果用户还没有接通拍摄开始开关,那么 CPU 121 在 S157 中维持拍摄待机状态。如果 CPU 121 在 S157 中确定用户已接通拍摄开始开关,那么处理移到 S161 以执行拍摄处理。拍摄开始开关可以通过例如完全按压释放按钮而接通的开关。

[0123] 图 16 是用于解释 S161 中的拍摄处理的细节的流程图。

[0124] 在 S163 中,CPU 121 经由快门驱动电路 128 控制快门 102 的孔径直径和开/关定时,并且执行曝光处理。虽然没有特别描述,但是,如一般执行的那样,还与焦点检测处理并行地执行自动曝光控制处理,以确定孔径值和快门速度。

[0125] 在 S165 中,CPU 121 经由图像传感器驱动电路 124 读出用于产生记录图像的图像,即,从所有像素读出信号。

[0126] 在 S167 中,CPU 121 使用图像处理电路 125 对读出的图像信号中的省略像素进行插值。省略像素包含制造图像传感器 107 时产生的缺陷像素和焦点检测像素。如上所述,焦点检测像素不具有 RGB 滤色器,并且只能接收来自出射光瞳的一部分的光。因此,与一般的缺陷像素类似,使用周边成像像素的信息通过插值产生图像信号。

[0127] 在 S169 中,CPU 121 使图像处理电路 125 执行诸如颜色插值、图像  $\gamma$  校正和边缘强调(edge emphasis)的所谓的显影处理,以及诸如根据设定而编码的图像处理。

[0128] 在 S171 中, CPU 121 在记录介质 133 上记录拍摄的图像。

[0129] 在 S173 中, CPU 121 在显示器 131 上显示拍摄的图像。然后, 拍摄处理结束。

[0130] 如上所述, 根据第一实施例, 原本包含于图像传感器中的电极组被用作限制光瞳分割方向上的光束的部件 (遮光膜)。不需要布置专用的遮光膜, 并且, 可以抑制使图像传感器的结构复杂化的程度。

[0131] 由于电极组位于微透镜的焦点附近, 因此, 光瞳分割方向上的光瞳强度分布变得鲜锐。结果, 光瞳分割性能得到改善, 并且, 相位差焦点检测图像信号的劣化得到抑制, 从而获得高的焦点检测精度。

[0132] 使电极组位于微透镜的焦点附近增大了微透镜和限制光瞳分割方向上的光束的部件之间的距离。这可减小由微透镜和限制光束的部件之间的对准误差所产生的光瞳强度分布的位置误差。由此, 即使焦点检测光瞳被摄影透镜遮蔽, 遮蔽量也在一对光瞳之间变得几乎相等, 并且, 光量几乎没有不平衡。可以抑制焦点检测精度的降低。

[0133] (第二实施例)

[0134] 在第一实施例中, 使用离微透镜 162 的焦点位置具有不同距离的第一电极组 154 和第二电极组 155 之中的较接近微透镜 162 的焦点位置的第一电极组 154, 来形成在焦点检测像素中限制光瞳分割方向上的光束的部件。使用比第一电极组 154 远离微透镜 162 的焦点位置的第二电极组 155, 来形成在焦点检测像素中限制与光瞳分割方向垂直的方向上的光束的部件。

[0135] 相对照地, 在第二实施例中, 通过第一电极组 154 来形成限制光瞳分割方向和与其垂直的方向上的光束的部件, 而不使用第二电极组 155。

[0136] 图 17 是从摄影光学系统观看时包含于形成根据第二实施例的焦点检测装置的图像传感器中的单位块中的  $8 \times 8 = 64$  个像素的放大平面图。

[0137] 由黑色矩形代表的光电转换单元 152 被布置在像素的最下层上, 并且在所有的像素中大致具有正方形形状。如将在后面描述的那样, 露出整个光电转换单元 152 的像素 150 是成像像素。部分地露出光电转换单元 152 的像素  $S_{HA}$ 、 $S_{HB}$ 、 $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  是焦点检测像素。来自光电转换单元 152 的输出经由第一电极组 254 和第二电极组 255 被读出。根据第一实施例的图像传感器和根据第二实施例的图像传感器仅在第一电极组和第二电极组的形状方面不同。剩余部件的形状相同, 并且, 将只解释不同之处。

[0138] 布置在光电转换单元 152 之上 (光入射侧) 的第一电极组 254 沿 Y 方向 (图 17 中向上) 延展。第一电极组 254 包含沿 X 方向 (图 17 中右方) 规则布置的线状的用于信号传送的主电极组 254a 和布置在各自像素中的岛状的互连电极组 254b。布置在第一电极组 254 之上的第二电极组 255 沿 X 方向延展。第二电极组 255 包含沿 Y 方向规则布置的线状电极 255a。在光电转换单元 152 中产生的信号电荷经由浮置扩散 (未示出)、第一电极组 254 和第二电极组 255 被输出到随后的电路。

[0139] 在与成像像素的周边对应的部分处, 第一电极组 254 和第二电极组 255 的形状与第一实施例中的第一电极组 154 和第二电极组 155 的形状相同。但是, 在与焦点检测像素  $S_{HA}$ 、 $S_{HB}$ 、 $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  的周边对应的部分处的第一电极组 254 和第二电极组 255 的形状与第一实施例中的不同之处如下。

[0140] 图 18A 和图 18B 是用于解释根据第二实施例的图像传感器 107 中的焦点检测像素

(用于水平相位差焦点检测)的结构示图。图 18A 和图 18B 与第一实施例中的图 6A 和图 6B 对应。图 18A 是四个像素即图 17 中的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及两个成像像素 150 的放大平面图。图 18B 是沿图 18A 中的线 A-A 获取的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  的截面图。

[0141] 同样,在第二实施例中,焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  具有光瞳分割狭缝  $OP_{HA}$  和  $OP_{HB}$ 。但是,第一电极组 254 限定各狭缝的所有的边。第一电极组 254 的走向沿着 Y 方向。焦点检测像素的光电转换单元 152 包含不被第一电极组 254 遮光的区域(露出部分)。当存在于光电转换单元 152 附近的已通过露出部分的光束在衍射时到达光电转换单元 152 时,出现第二峰,这对于焦点检测像素的光瞳强度分布是不希望的。为了抑制从露出部分进入光电转换单元的光束,第二实施例加宽第二电极组 255 的一部分,以形成延伸为将露出部分遮光的突出部分  $255_H$  和  $255_S$ 。该结构可有效地减少从狭缝以外的部分进入焦点检测像素的不想要的光。

[0142] 如上所述,根据第二实施例,仅使用图像传感器的电极组之中布置在微透镜的焦点位置附近的第一电极组,来形成焦点检测像素的狭缝。并且,使用布置为比第一电极组远离微透镜的焦点位置的第二电极组,来将没有被第一电极组遮光的区域遮光。该结构限制了从狭缝以外的部分进入焦点检测像素的光电转换单元的光束。

[0143] 图 19A 和图 19B 是用于解释根据第二实施例的图像传感器 107 中的焦点检测像素(用于垂直相位差焦点检测)的结构示图。图 19A 和图 19B 与第一实施例中的图 7A 和图 7B 对应。图 19A 是四个像素即图 17 中的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  以及两个成像像素 150 的放大平面图。图 19B 是沿图 19A 中的线 A-A 获取的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  的截面图。将参照图 19A 实现用于垂直相位差焦点检测的焦点检测像素中的光瞳分割狭缝的结构。

[0144] 在用于垂直相位差焦点检测的焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  中,第一电极组 254 和第二电极组 255 的走向方向与图 18A 和图 18B 所示的用于水平相位差焦点检测的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  中的相同。但是,光瞳分割方向相差  $90^\circ$ 。因此,用于形成光瞳分割狭缝的电极的形状如下改变。

[0145] 在图 18A 所示的用于水平相位差焦点检测的焦点检测像素中,第一电极组 254 中走向沿着 Y 方向的线状的用于信号传送的主电极组 254a 的宽度延伸,以覆盖光电转换单元 152。在延伸的部分中形成狭缝。相对照地,在用于垂直相位差焦点检测的焦点检测像素中,如图 19A 所示,光电转换单元 152 被第一电极组 254 中岛状的互连电极组 254b 的沿 Y 方向延伸的一部分覆盖,并且,在延伸的部分中形成狭缝  $OP_{VD}$  或  $OP_{VC}$ 。并且,形成第二电极组 255 的突出部分  $255_V$  和  $255_S$ ,以覆盖存在于第一电极组 254 中的走向沿着 Y 方向的线状的用于信号传送的主电极组 254a 和岛状的互连电极组 254b 之间的露出部分。突出部分  $255_V$  和  $255_S$  减小了容许光束进入光电转换单元 152 的露出部分。该结构有效地防止对于光瞳分割来说不希望的不想要光经由露出部分到达光电转换单元 152。

[0146] 图 20A 至图 20C 和图 21A 至图 21C 是用于解释第二实施例中的各像素的光瞳锐度的示图。图 20A 至图 20C 和图 21A 至图 21C 与第一实施例中的图 11A 至图 11C 和图 12A 至图 12C 对应。图 20A 至图 20C 是用于解释图 18A 和图 18B 所示的焦点检测像素  $S_{HA}$  和  $S_{HB}$  以及成像像素的光瞳锐度的示图。

[0147] 在根据第二实施例的焦点检测像素中,通过第一电极组形成限制光瞳分割方向 and 与其垂直的方向上的光束的两个狭缝。即,通过到微透镜 162 的焦点位置等距离的电极形



成狭缝。出于这种原因,图 20B 中水平截面上的光瞳强度分布的锐度  $H_{HA-H}$  和  $H_{HB-H}$  等于图 20C 中垂直截面上的光瞳强度分布的锐度  $H_{HA-V}$  和  $H_{HB-V}$ 。但是,与第一实施例类似,光瞳强度分布的宽度  $W$  沿作为光瞳分割方向的水平方向小(图 20A),并且沿垂直方向大(图 20B)。出于这种原因,第二实施例也实现明确的光瞳分割并减轻光接收量的减少。

[0148] 图 20B 中由虚线代表的光瞳强度分布  $INT_{HA-X}$  和  $INT_{HB-X}$  是第二峰,所述第二峰在既不形成图 18A 中的第二电极组 255 的突出部分  $255_H$  也不形成  $255_S$  的情况下由于经由露出部分到达光电转换单元 152 的泄漏光而出现。当使用小  $F$  数的摄影光学系统即明亮的摄影光学系统被使用时,由泄漏光产生的第二峰使光瞳分割性能劣化。结果,散焦量与用于相位差焦点检测的一对图像信号之间的相位差之间的相关性变得不规则,从而使得精确的焦点检测是困难的。在第二实施例中,如图 18A 所示,通过形成第二电极组 255 以具有突出部分  $255_H$  和  $255_S$ ,来遮挡不想要的光。可以抑制由泄漏光产生的第二峰  $INT_{HA-X}$  和  $INT_{HB-X}$ ,从而减少光瞳分割特性的劣化。

[0149] 图 21A 至图 21C 是用于解释焦点检测像素  $S_{VC}$  和  $S_{VD}$  以及成像像素的光瞳锐度的示图。在图 21A 至图 21C 中,光瞳分割方向与图 20A 至图 20C 中的相差  $90^\circ$ ,因此,图 21B 和图 21C 中的特性与图 20B 和图 20C 中的特性相反转。但是,光瞳分割方向上的特性之间的比较揭示,这些特性几乎相同。并且,与光瞳分割方向垂直的方向上的特性几乎相同。

[0150] 第二实施例中的选择的焦点检测区域和相位差焦点检测图像与图 13 中所示的相同。关于焦点检测和拍摄的操作与参照图 14 至图 16 描述的相同,并且,将不重复对它们的描述。

[0151] 如上所述,根据第二实施例,除了第一实施例的效果以外,还通过布置在微透镜的焦点位置附近的电极组来形成光瞳分割开口。光瞳分割方向和与其垂直的方向上的光瞳强度分布变得鲜锐。

[0152] 与形成光瞳分割开口的电极组不同的电极组防止进入露出部分的光到达光电转换单元,由此进一步改善光瞳分割特性。结果,可以抑制相位差焦点检测图像信号的劣化,以增加焦点检测精度。

[0153] 微透镜和形成用于限制光瞳分割方向上的光束的开口的所有部件之间的距离大。这可进一步减小由微透镜和限制光束的部件之间的对准误差所产生的光瞳强度分布的位置误差。即使焦点检测光瞳被摄影透镜遮蔽,遮蔽量也在一对光瞳之间变得几乎相等,并且,光量几乎没有不平衡。可进一步抑制焦点检测精度的降低。

[0154] 在上述的实施例中,根据本发明的焦点检测装置被应用于数字静物照相机。但是,本发明可广泛用于在光电转换单元和微透镜之间形成能够遮光的物质层的由 CMOS 图像传感器代表的图像传感器。由此,本发明可应用于能够使用这种图像传感器的任意设备。例如,本发明可应用于诸如用于记录运动图像的便携式摄像机(电影摄影机)、各种检查照相机、监视照相机、内窥镜照相机或机器人照相机(robot camera)的具有数字照相机功能的任意设备。

[0155] 具有焦点检测像素的图像传感器以外的布置对于本发明不是必不可少的。作为用于从来自焦点检测像素的输出产生用于相位差焦点检测的一对图像信号的布置和用于从用于相位差焦点检测的一对图像信号获得散焦量的布置,已知的任意布置都是可用的。

[0156] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性

实施例。随附的权利要求的范围应被赋予最宽的解释,以包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

[0157] 本申请要求 2008 年 3 月 11 日提交的日本专利申请 No. 2008-061845 和 2009 年 3 月 3 日提交的日本专利申请 No. 2009-049716 的权益,在此通过引用并入它们的全部内容。

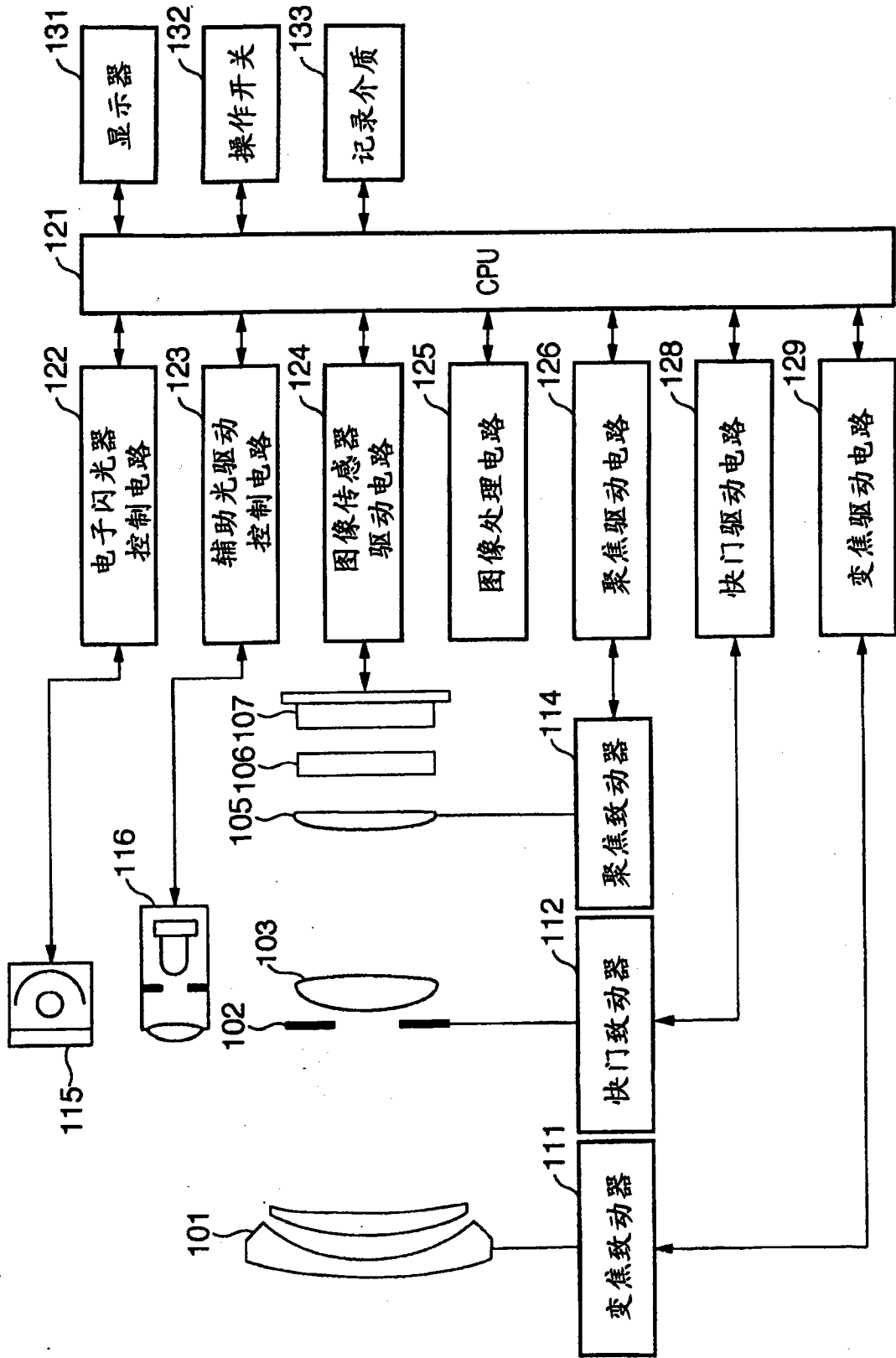


图 1

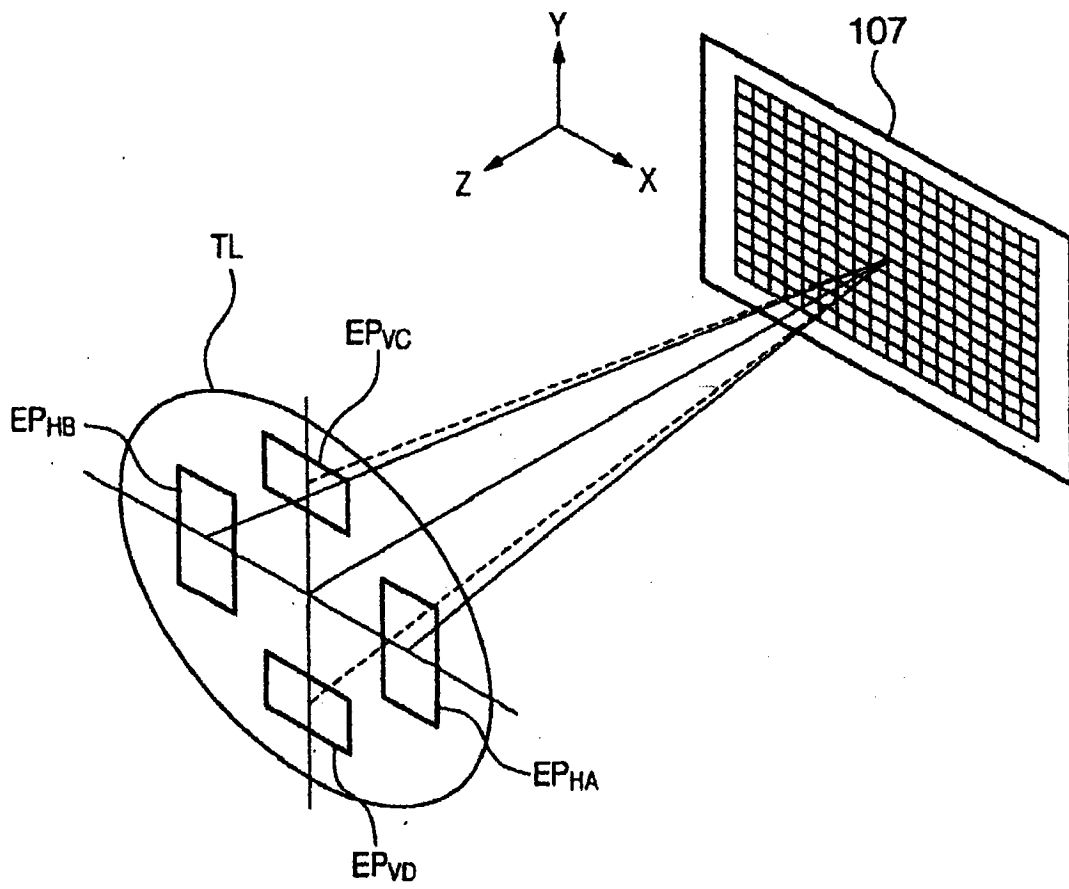


图 2

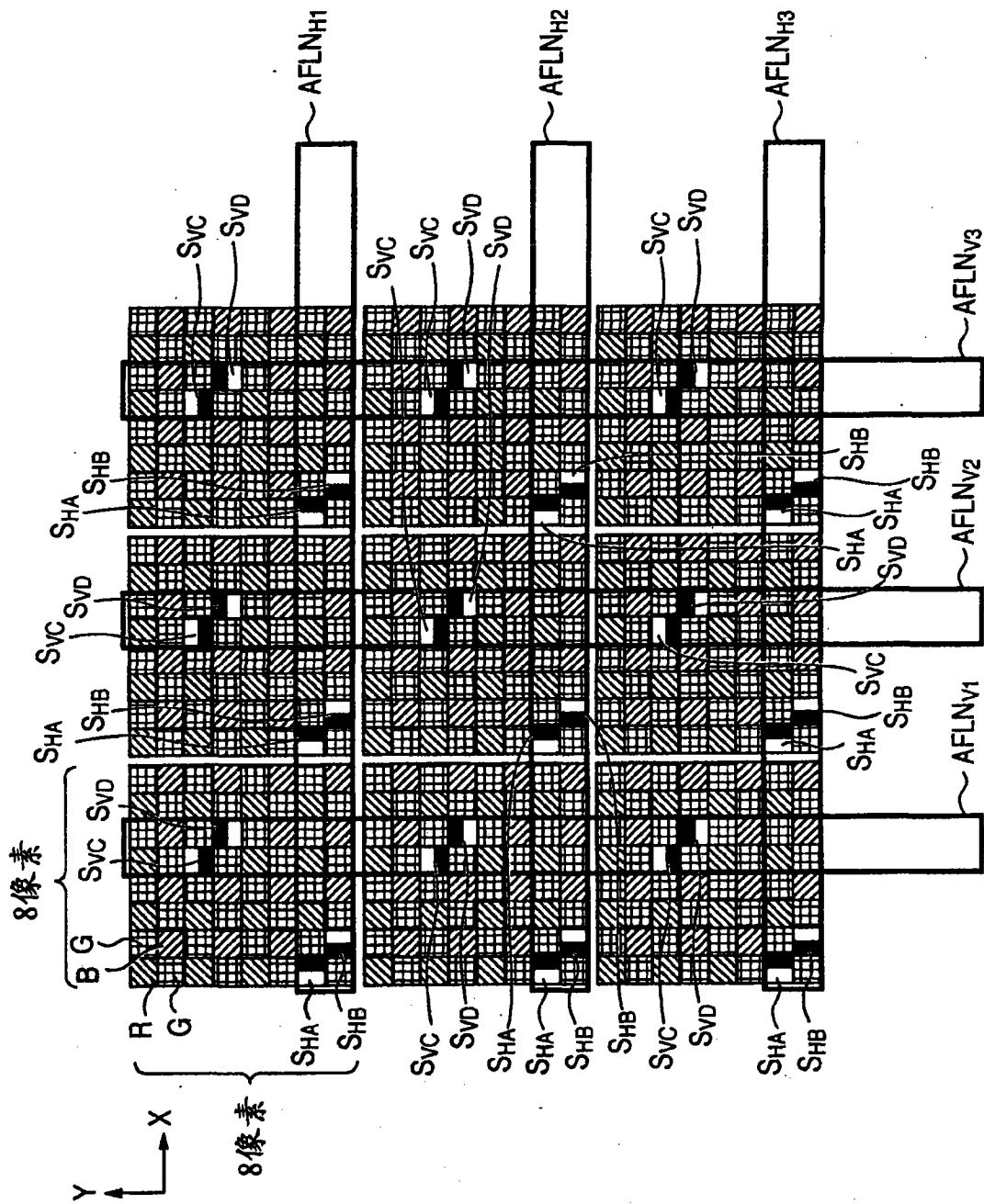


图 3

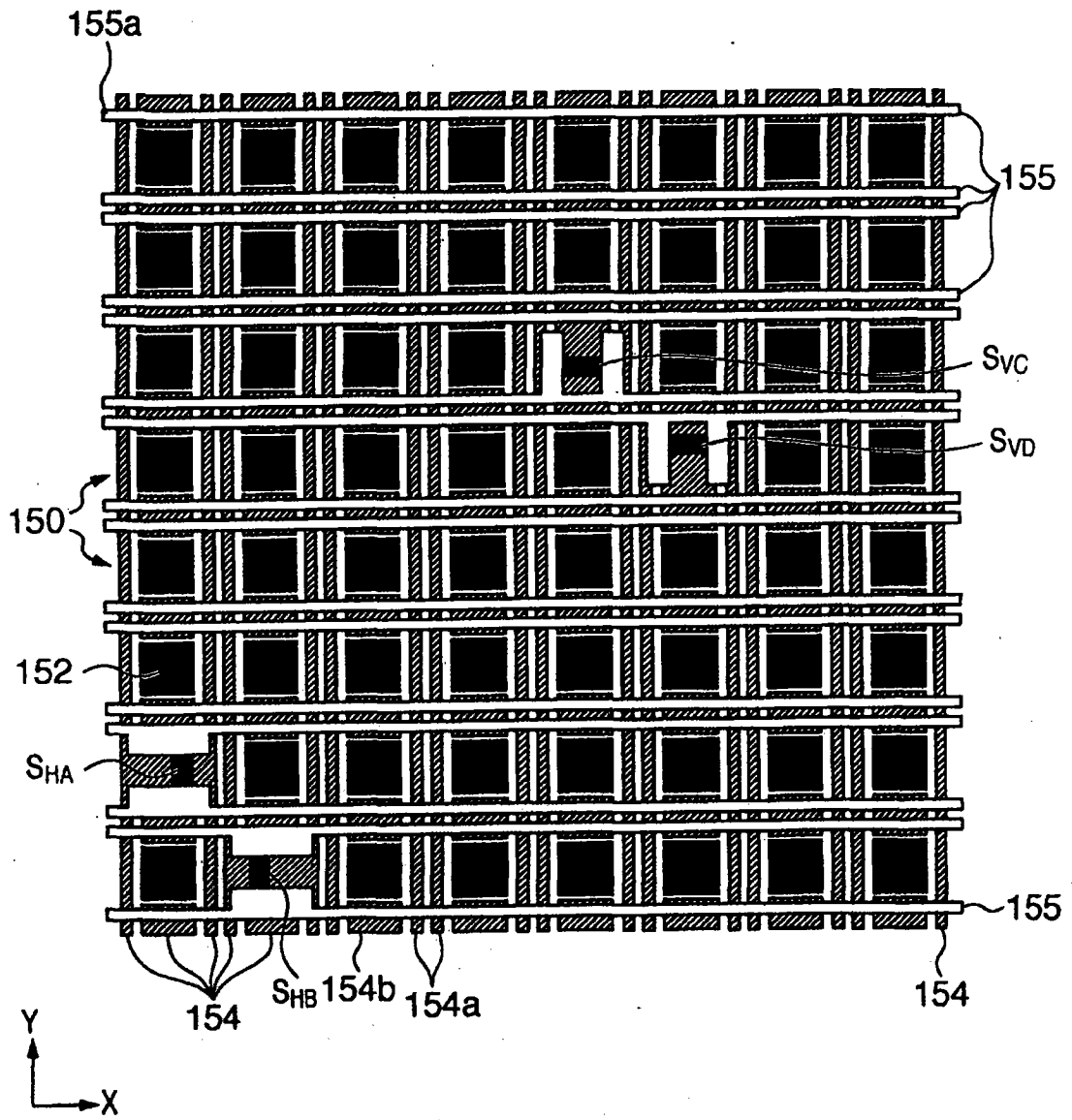


图 4

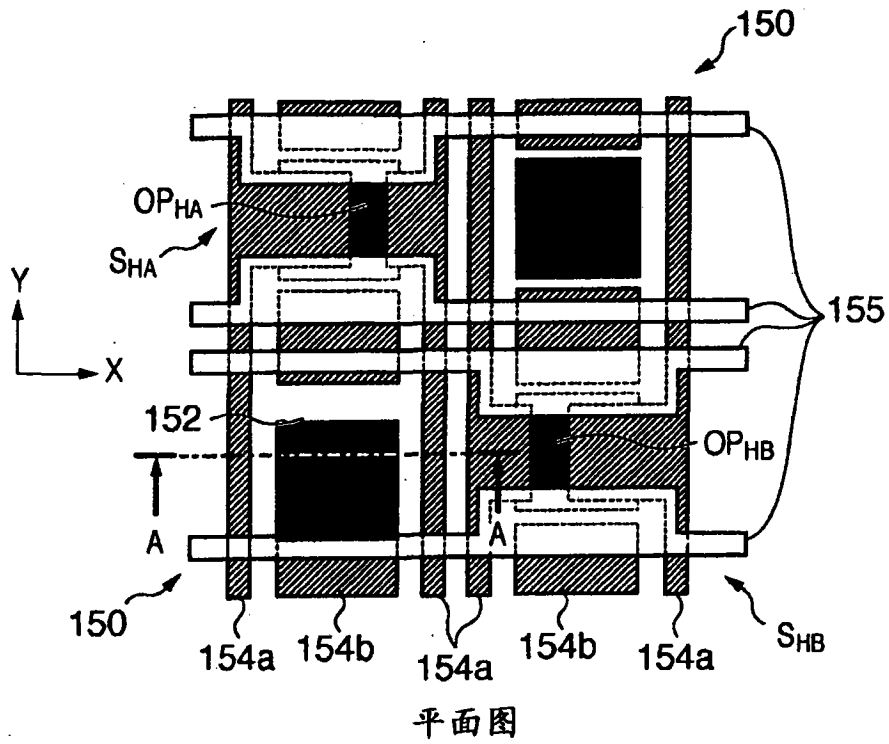


图 5A

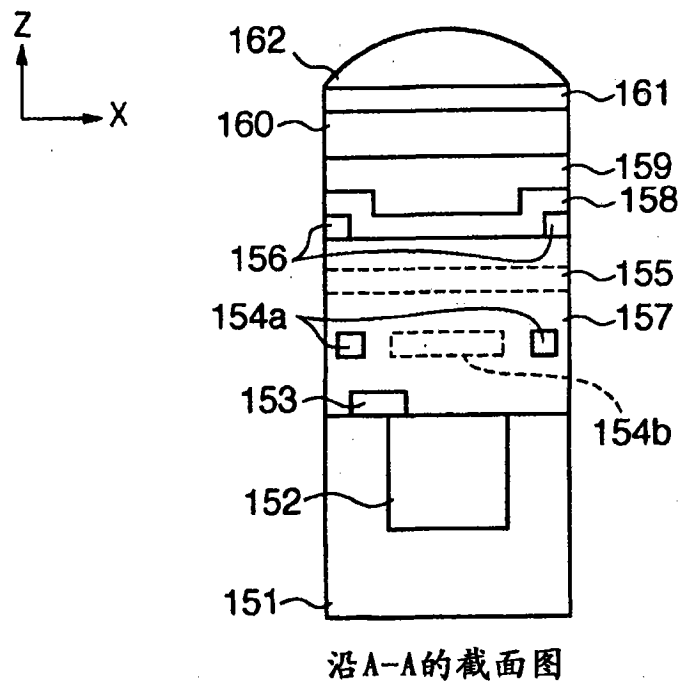


图 5B

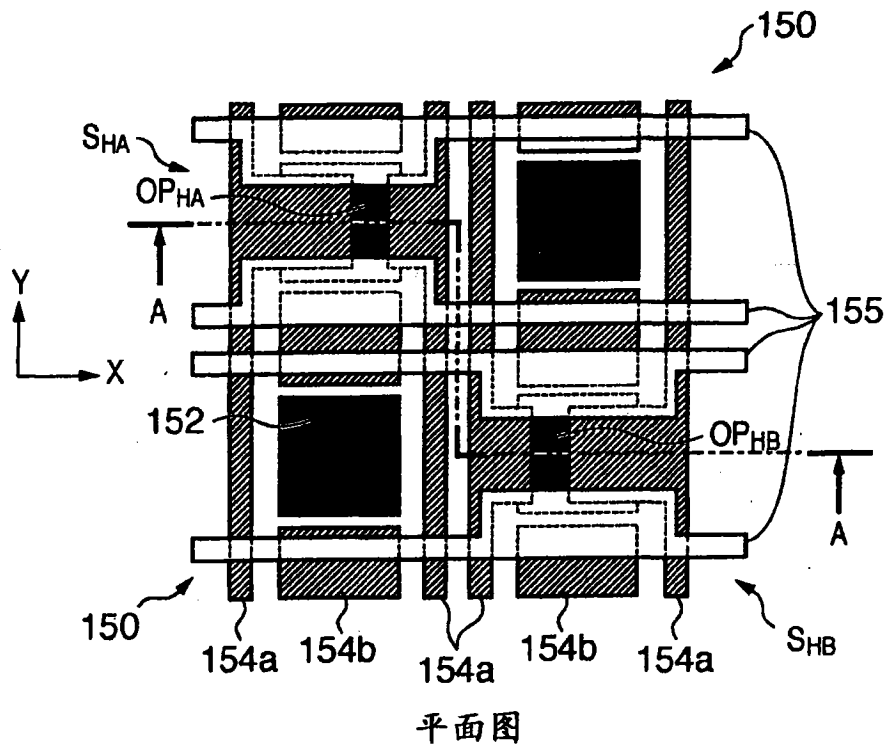


图 6A

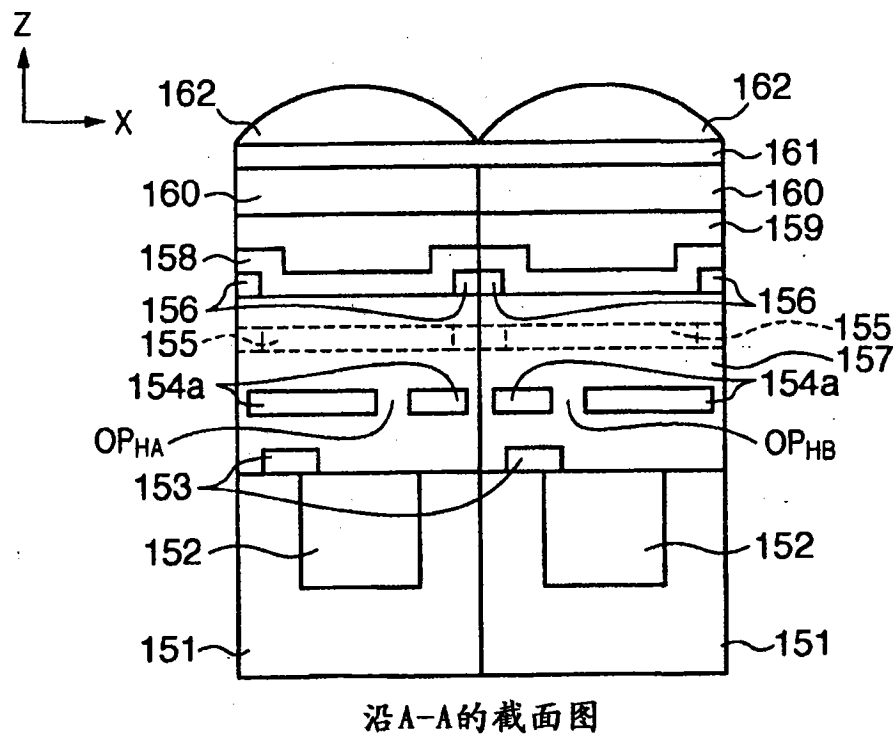


图 6B



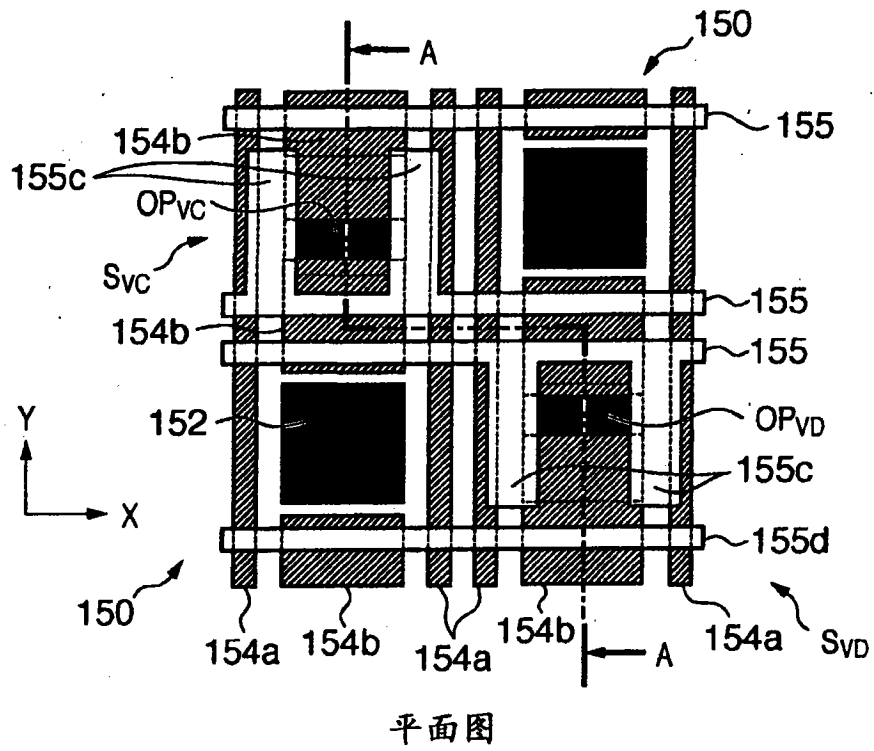


图 7A

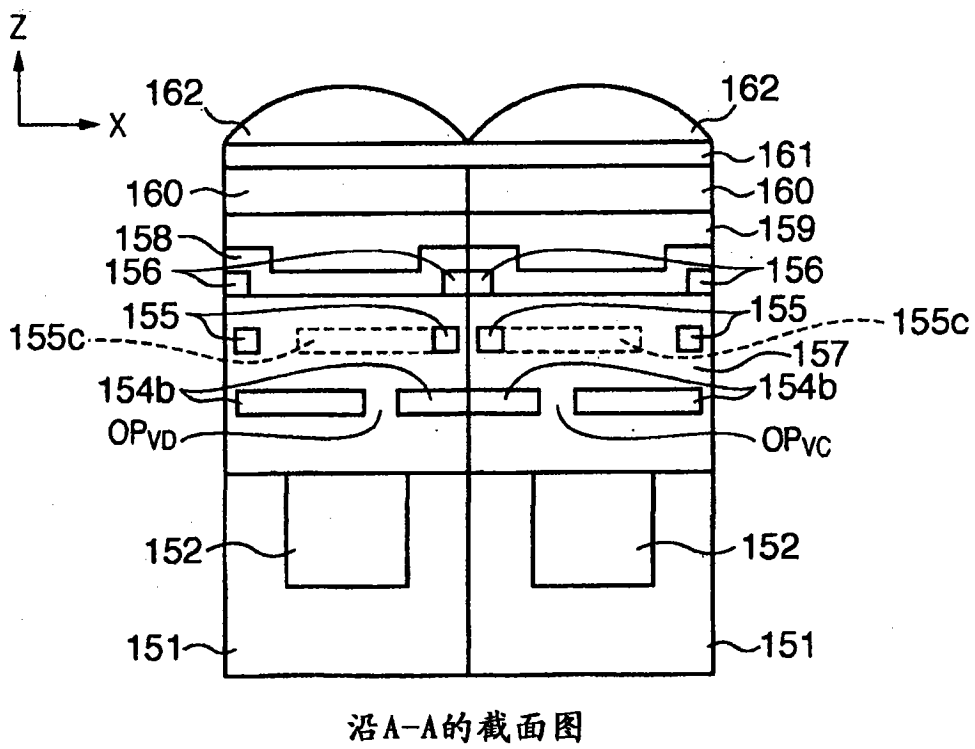
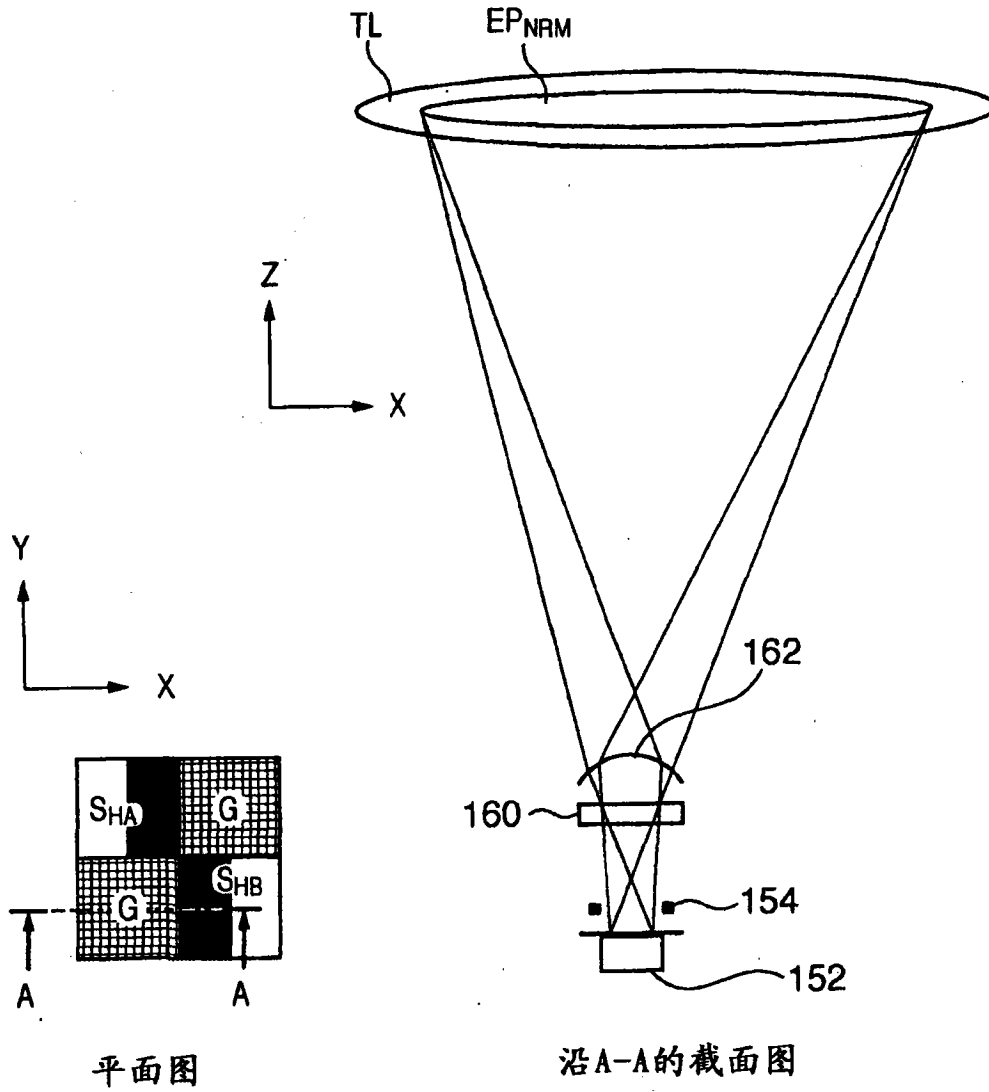


图 7B



平面图

沿A-A的截面图

图8A

图8B

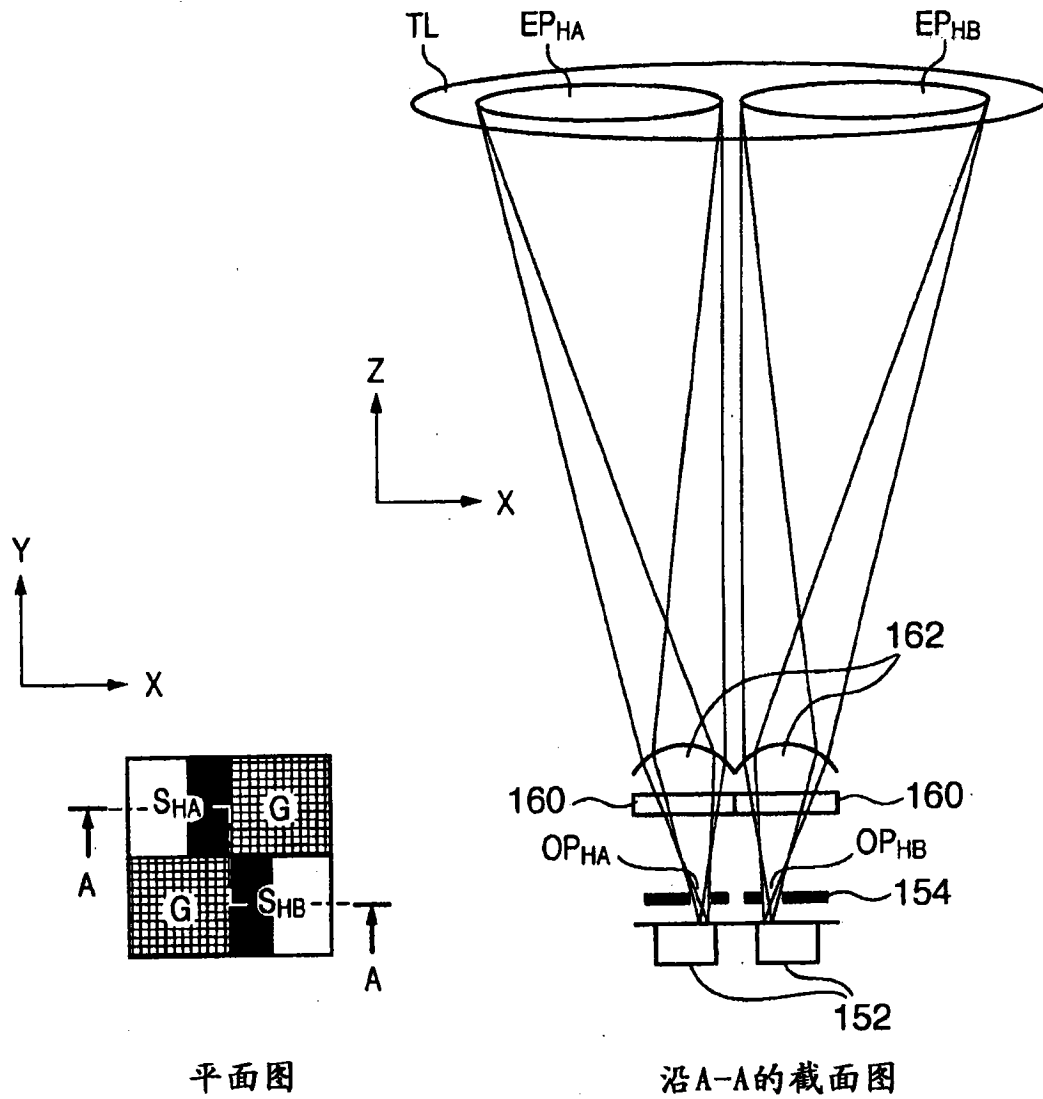
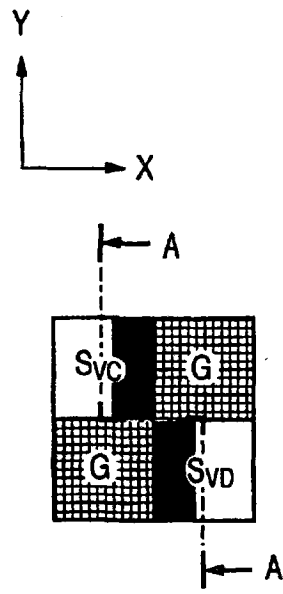


图9A

图9B



平面图

图 10A

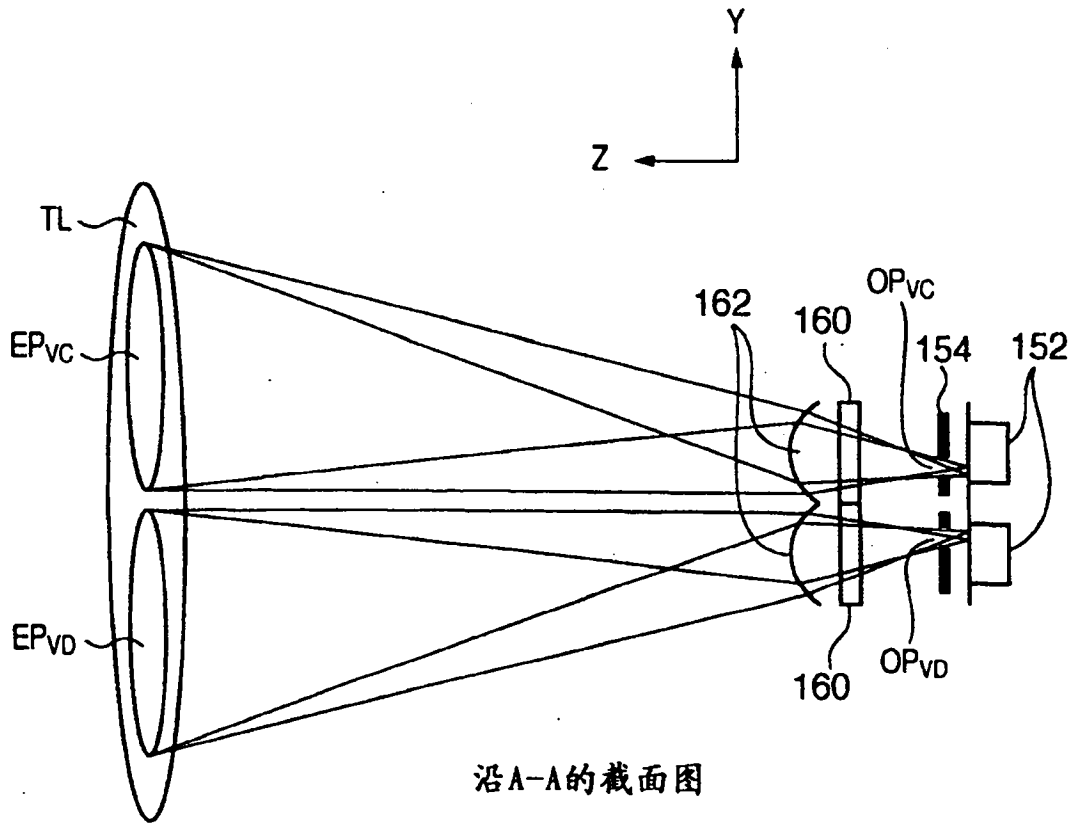


图 10B

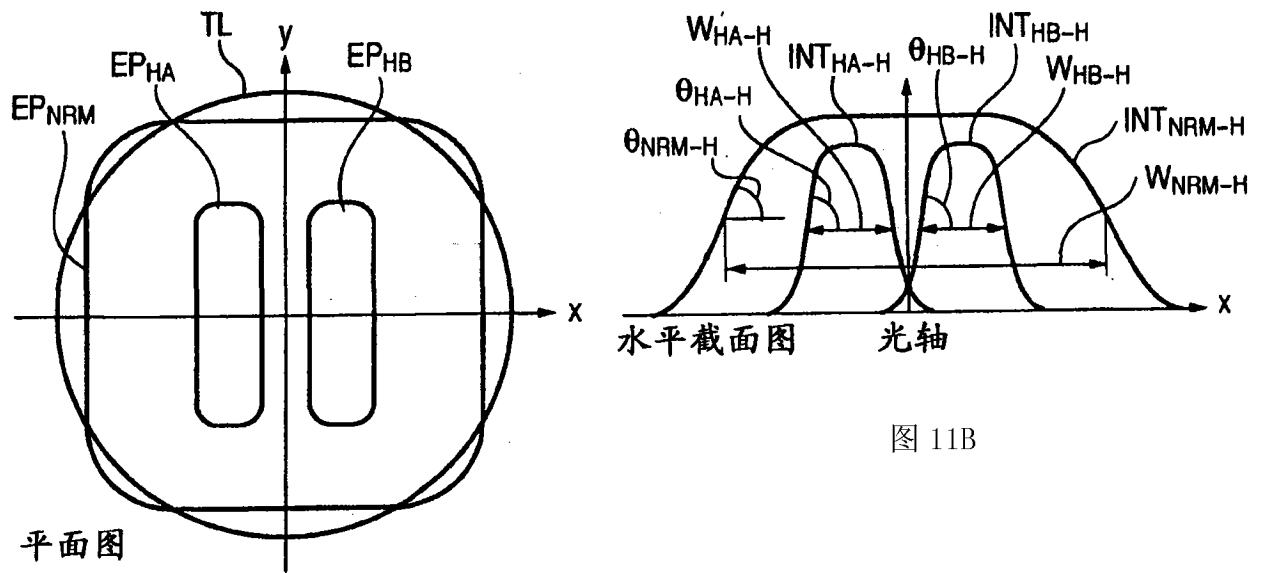


图 11B

图 11A

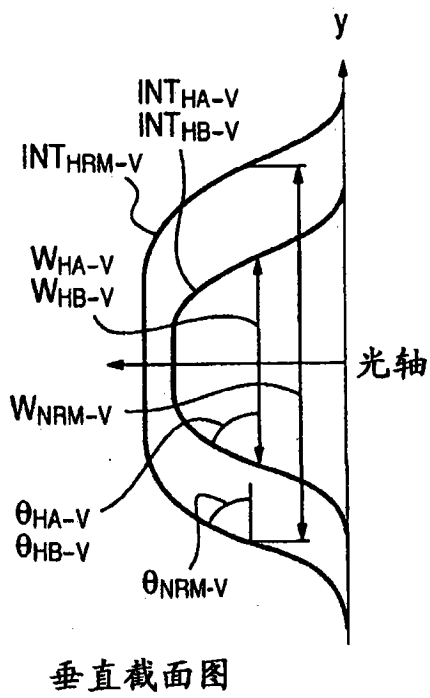


图 11C

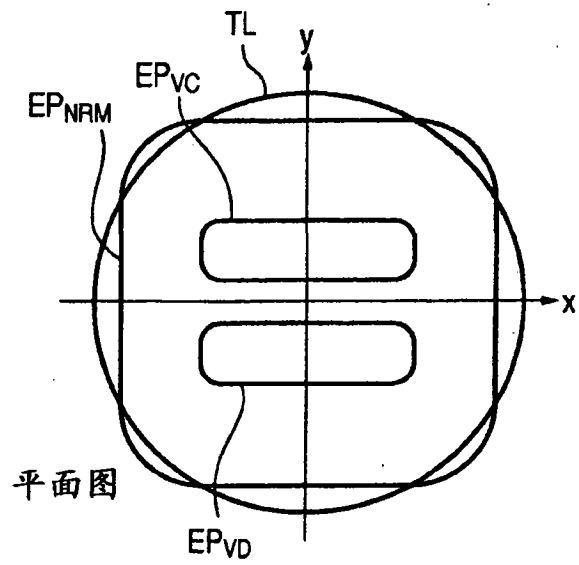


图 12A

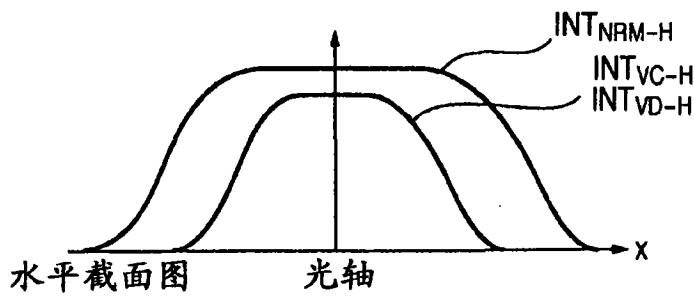


图 12B

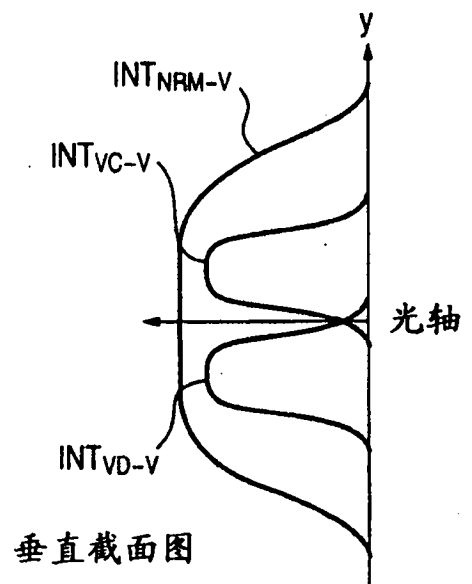


图 12C

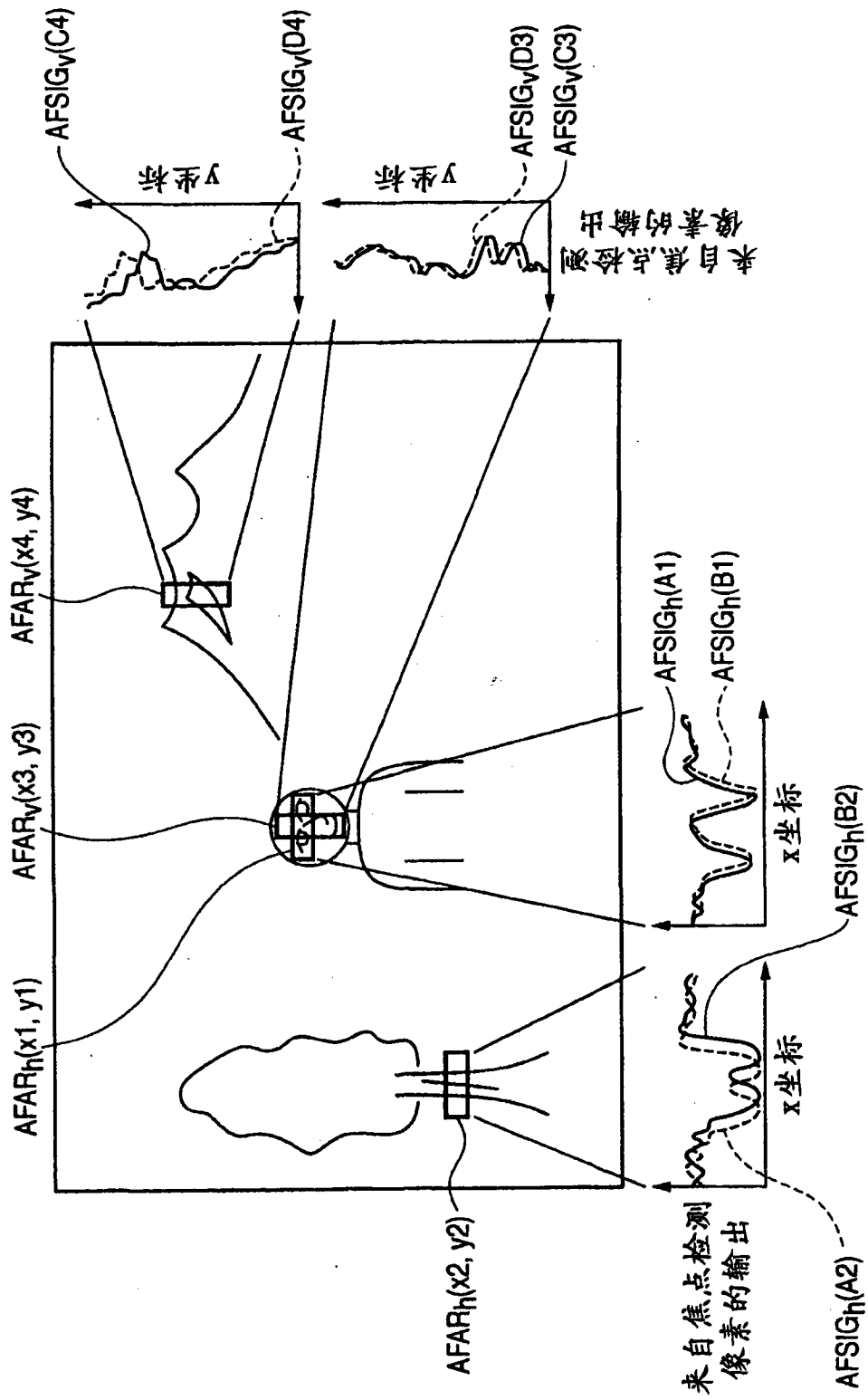


图 13

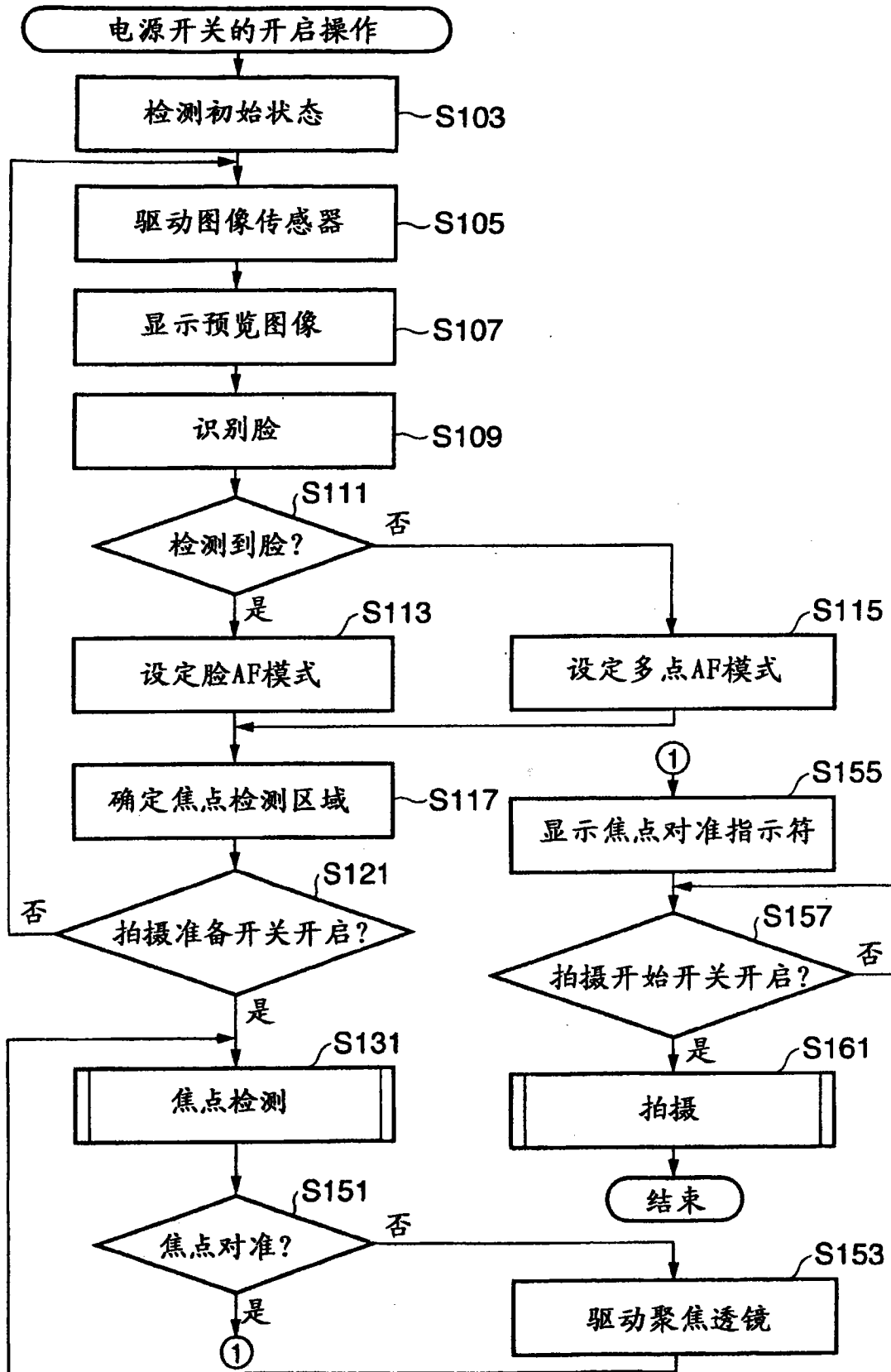


图 14



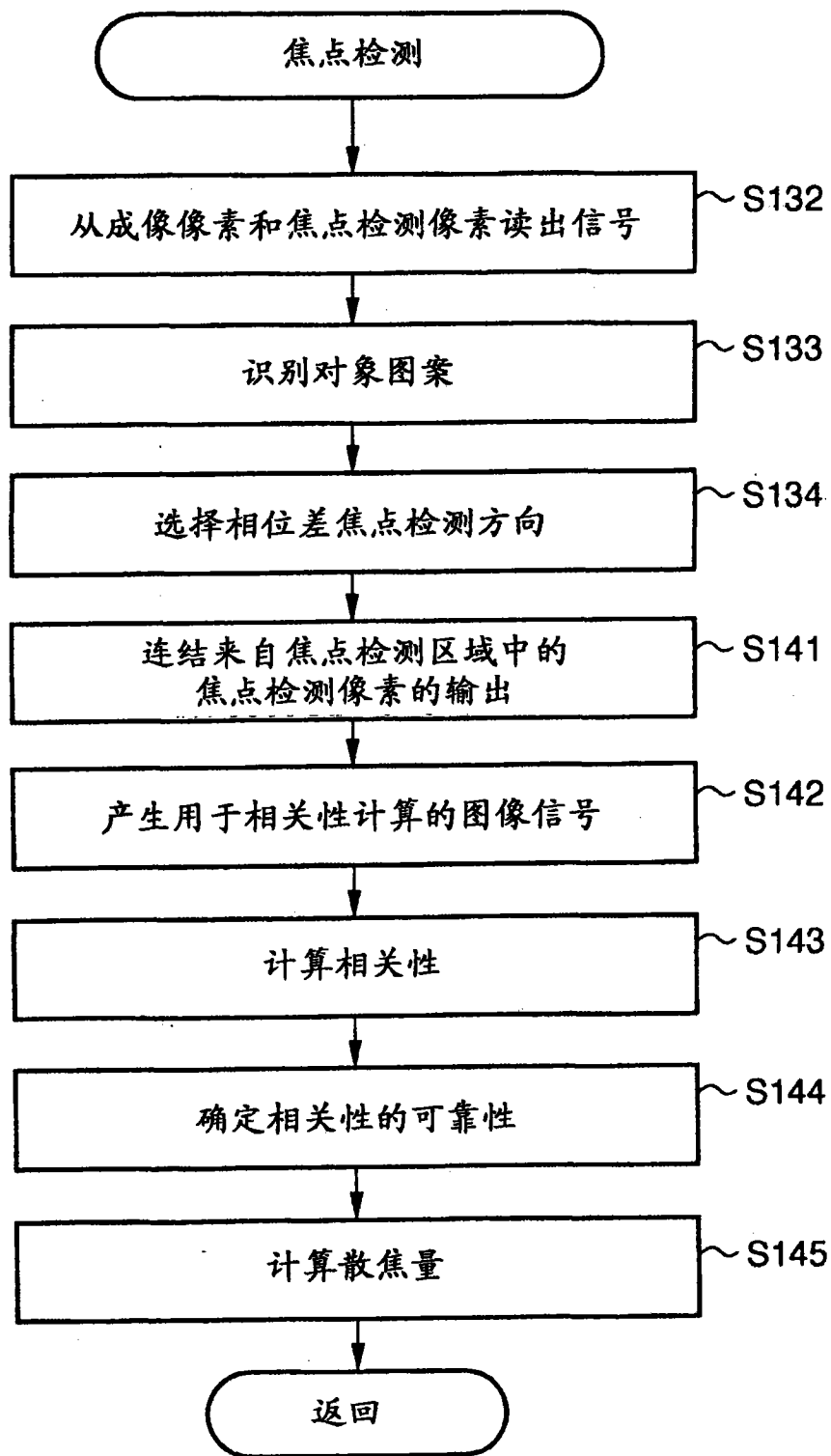


图 15

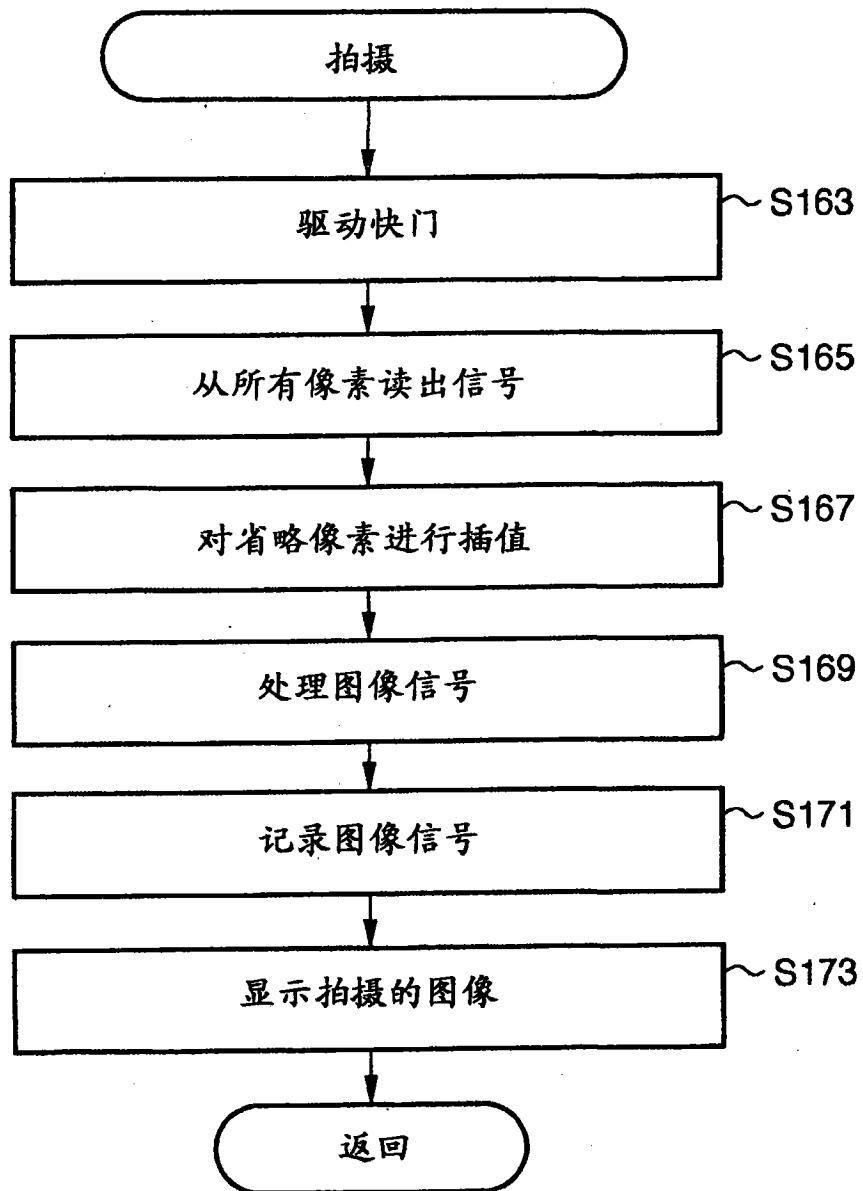


图 16

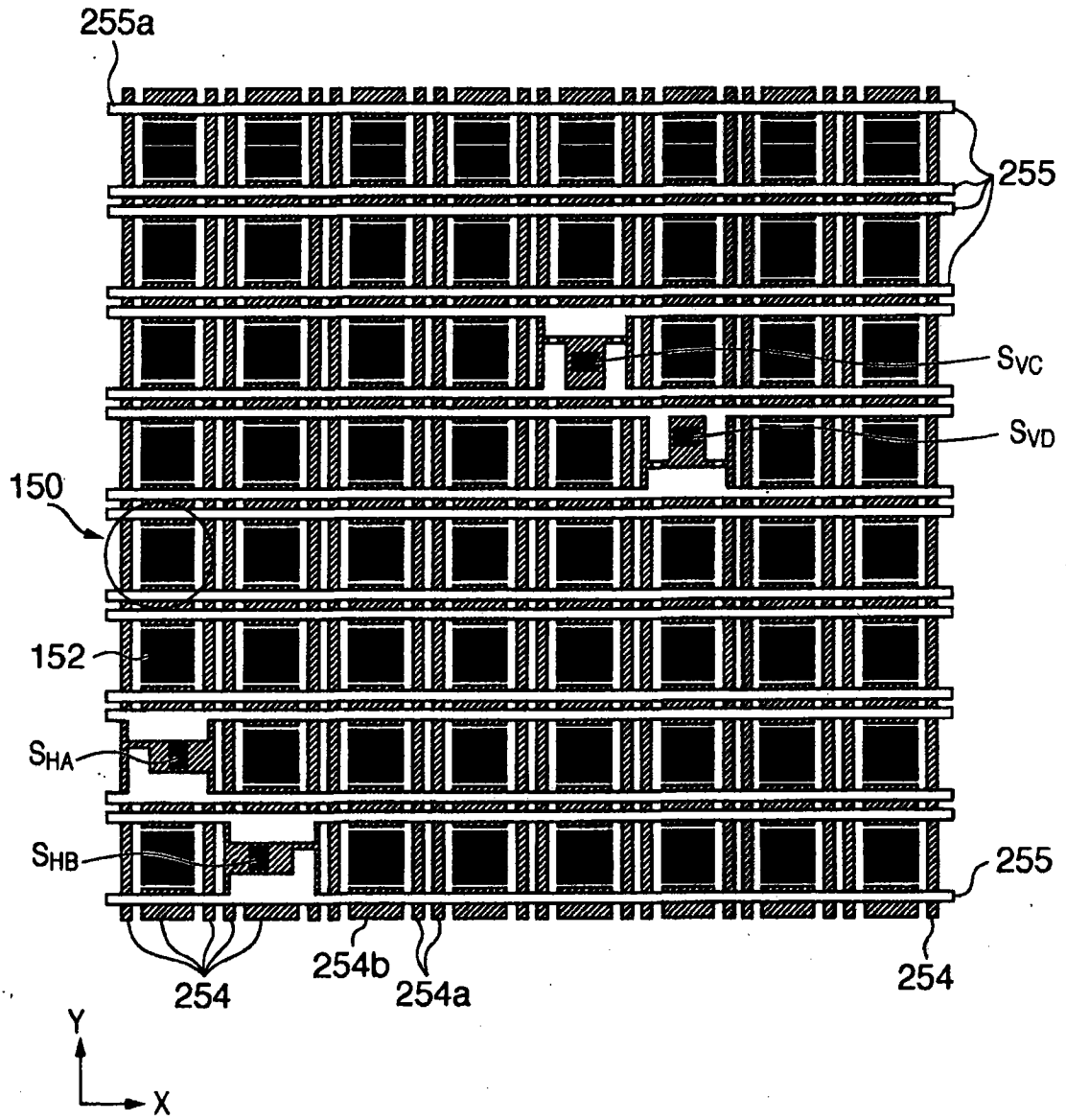


图 17

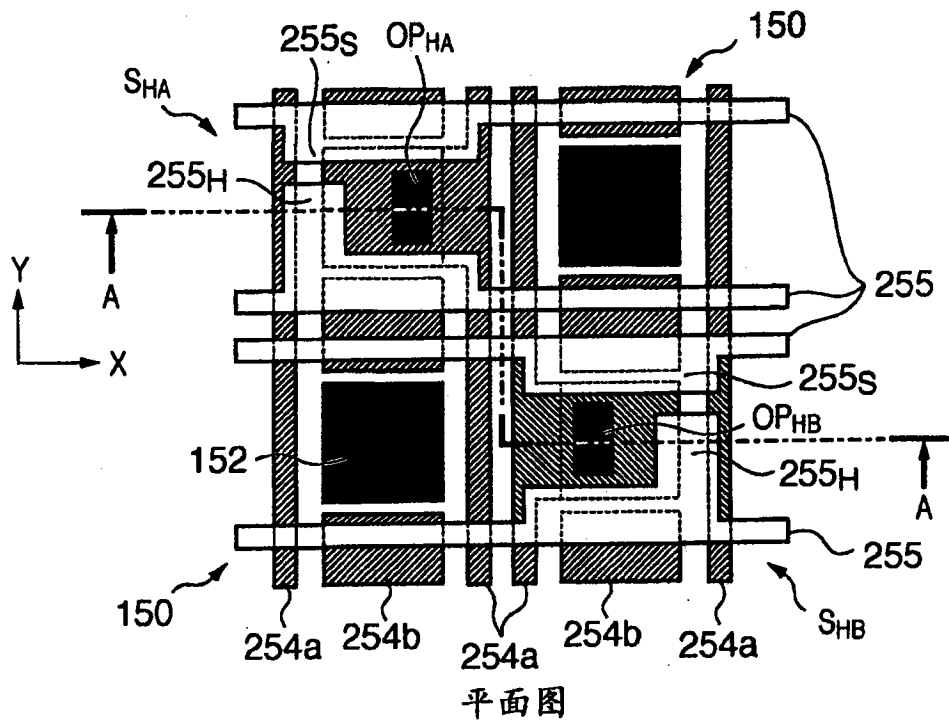
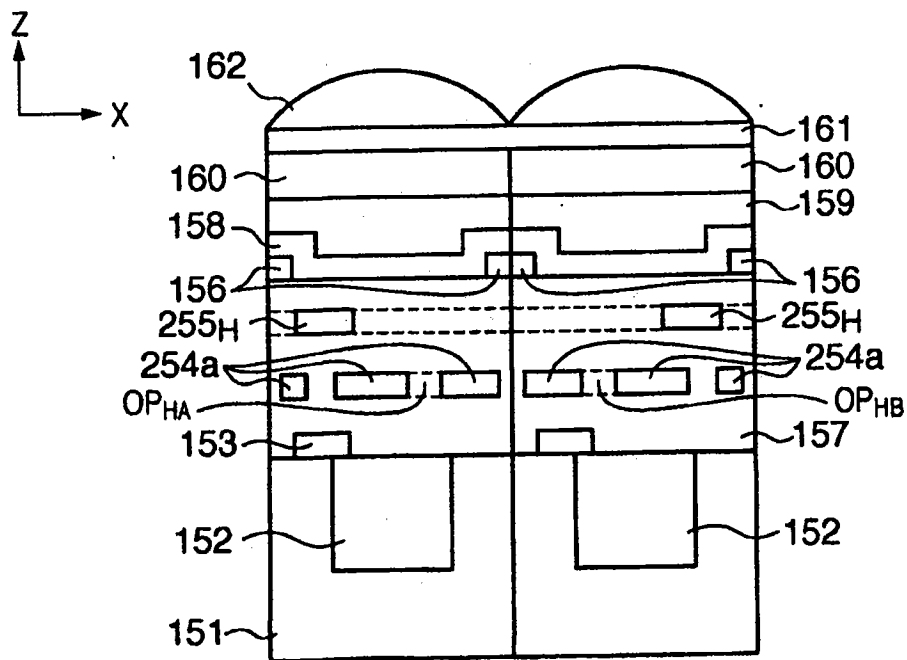
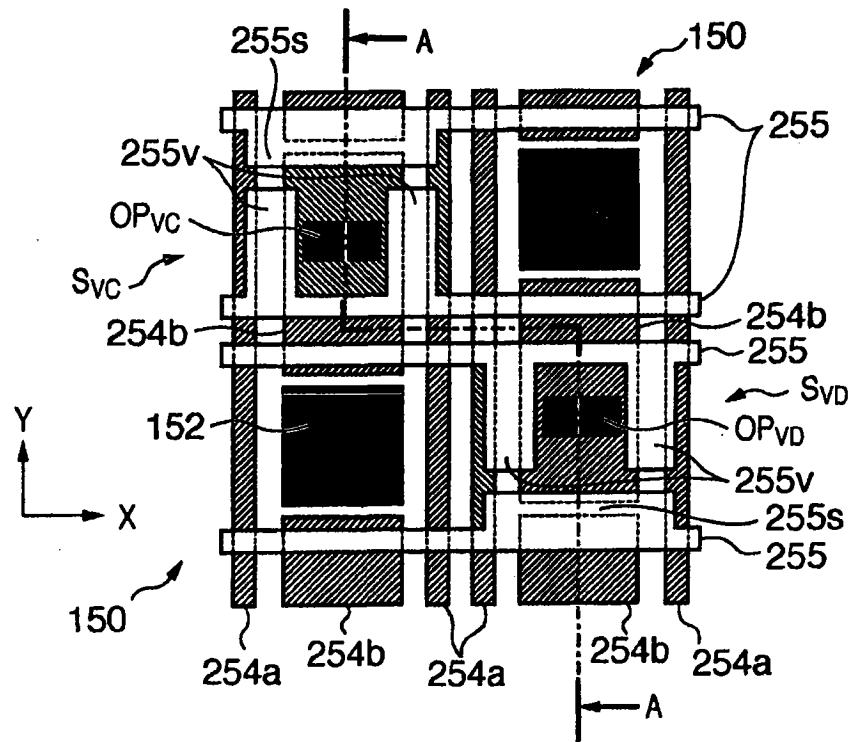


图 18A



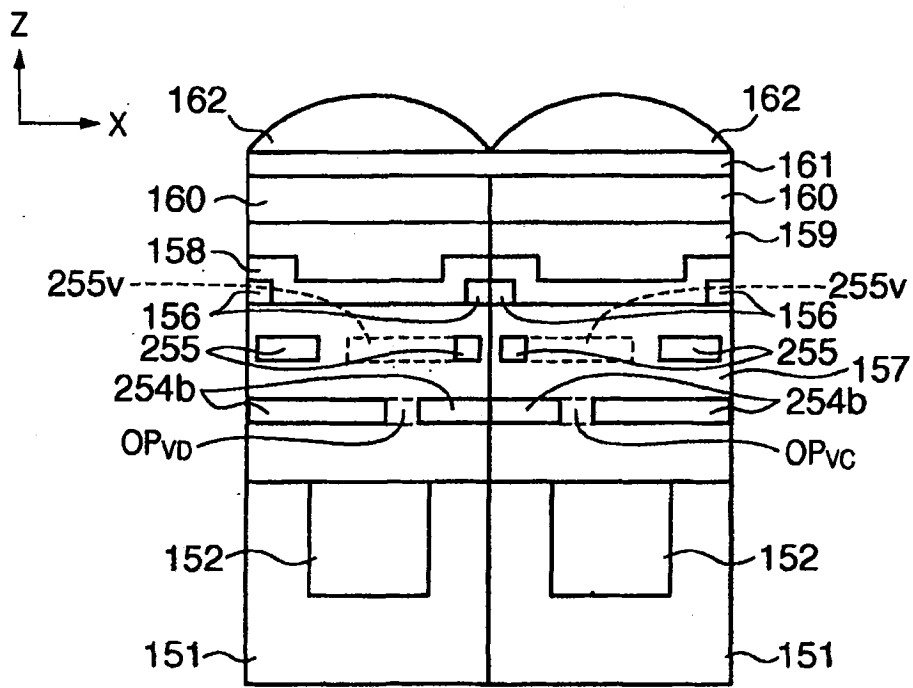
沿A-A的截面图

图 18B



平面图

图 19A



沿A-A的截面图

图 19B

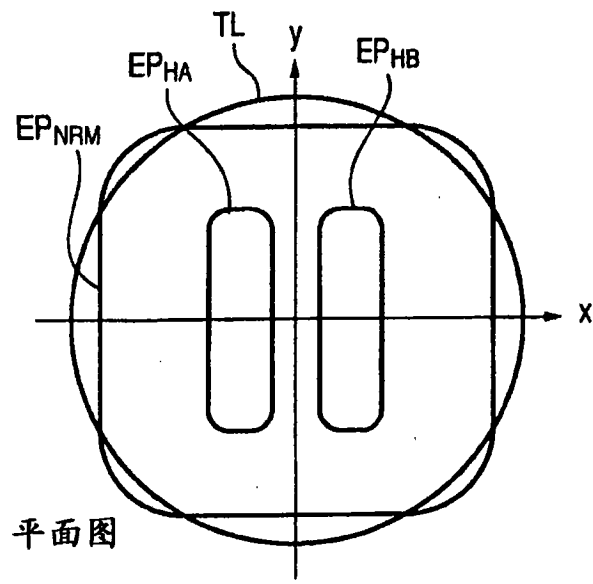


图 20A

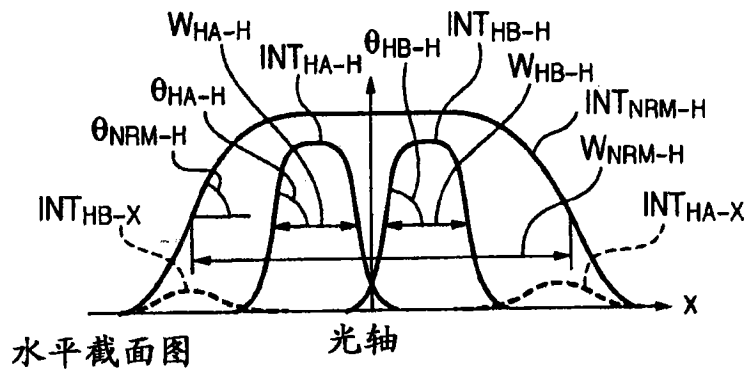


图 20B

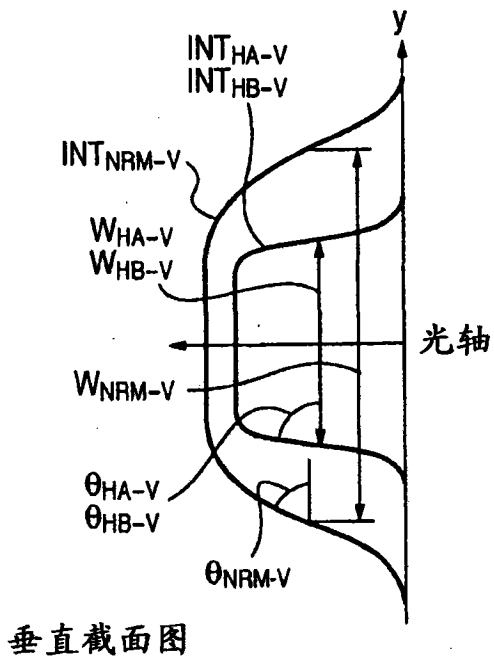


图 20C

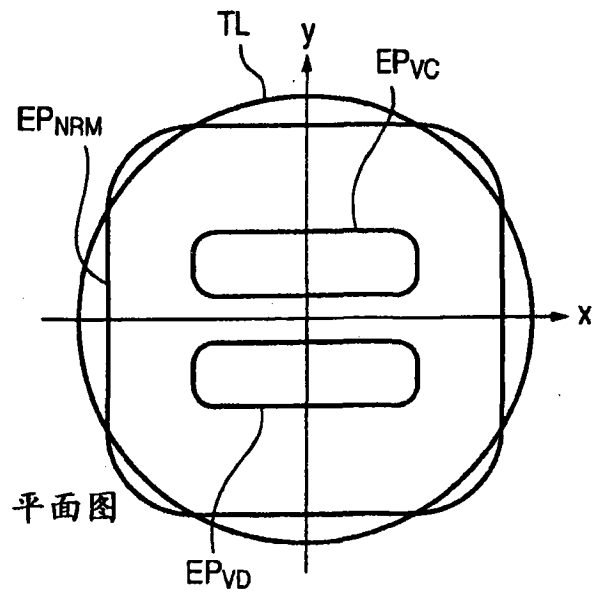


图 21A

图 21B

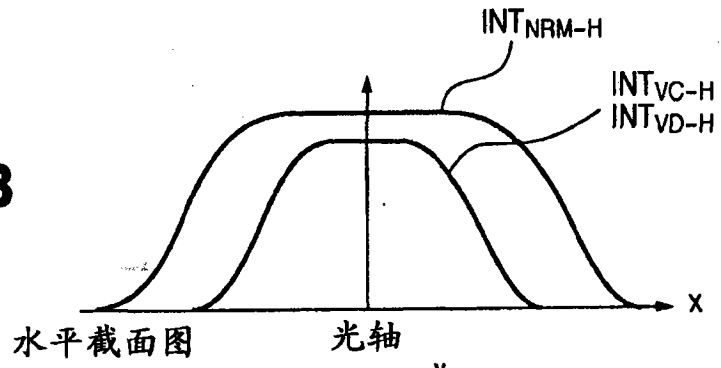


图 21C

