



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102652359 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201080056463. X

(22) 申请日 2010. 12. 13

(30) 优先权数据

2009-288461 2009. 12. 18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 06. 13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/007224 2010. 12. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/074234 EN 2011. 06. 23

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山下雄一郎 荻野昌也 岩田旬史

铃木健太郎

(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.

H01L 27/146(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006066131 A1, 2006. 03. 30, 全文.

WO 2008026660 A1, 2008. 03. 06, 说明书第
14-132 段, 图 1-19.

US 2004178463 A1, 2004. 09. 16, 说明书第
14-188 段, 图 1-25.

US 7479997 B2, 2009. 01. 20, 全文.

审查员 赵凤媛

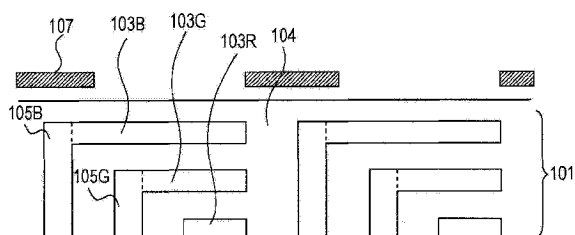
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

固态图像拾取设备

(57) 摘要

提供了具有改善的颜色分离特性的背面照射型固态图像拾取设备。光检测器包括第一光检测器单元和布置为相对于半导体衬底的背面比第一光检测器单元更深的第二光检测器单元, 其中第一光检测器单元包括第一导电类型的第一半导体区, 在所述第一半导体区中通过光电转换产生的载流子作为信号载流子被收集。读出部包括第一导电类型的第二半导体区, 所述第二半导体区在深度方向上延伸使得在第一半导体区处收集的载流子被读出到半导体衬底的正面。设置了降低入射在第二半导体区上的光的量的单元。



1. 一种背面照射型固态图像拾取设备,包括:

包括多个像素的半导体衬底,每个像素包括光检测器和读出部;

导线,布置在所述半导体衬底的第一主表面上;以及

光量降低部,

其中光从所述半导体衬底的与第一主表面相对的第二主表面进入所述光检测器,

其中所述光检测器包括第一光检测器单元和布置为相对于第二主表面比第一光检测器单元更深的第二光检测器单元,

其中第一光检测器单元包括第一导电类型的第一半导体区,在所述第一半导体区中通过光电转换产生的载流子作为信号载流子被收集,

其中所述读出部包括第一导电类型的第二半导体区,所述第二半导体区在所述半导体衬底的深度方向上延伸使得在第一半导体区处收集的载流子被读出到第一主表面,

其中所述光量降低部被配置为降低入射在第一导电类型的第二半导体区上的光的量,以及

其中所述光量降低部对于入射在第二半导体区上的光的光量降低比大于所述光量降低部对于入射在第一半导体区上的光的光量降低比,

其中,所述固态图像拾取设备还包括微透镜,所述微透镜布置在所述半导体衬底的第二主表面上并且被配置为使光聚焦,

其中,为了将微透镜用作所述光量降低部,所述微透镜被布置为使得沿深度方向的微透镜的边缘的投影与和包括在多个像素中的两个相邻像素中的每一个像素内的第一半导体区对应的第二半导体区相交。

2. 根据权利要求1所述的固态图像拾取设备,还包括:

多个微透镜,布置在所述半导体衬底的第二主表面上,每个微透镜被配置为使光聚焦,

其中所述多个微透镜以连接的方式被布置以使得边缘的部分是共有的,以及

其中,为了将所述多个微透镜用作所述光量降低部,所述多个微透镜被布置为使得所述多个微透镜的共有的边缘的投影与第二半导体区相交。

3. 根据权利要求1所述的固态图像拾取设备,还包括:

柱型微透镜,与布置在所述半导体衬底的第二主表面上的像素对应,

其中空气间隙被设置在与相邻的像素对应的微透镜之间,以及

其中,为了将柱型微透镜用作所述光量降低部,所述柱型微透镜被布置为使得沿深度方向的空气间隙的投影与第二半导体区相交。

4. 根据权利要求1所述的固态图像拾取设备,还包括:

遮光部,布置在所述半导体衬底的第二主表面上并且被配置为阻挡光,

其中所述遮光部通过被布置为使得沿深度方向的所述遮光部的投影与第二半导体区相交来用作所述光量降低部。

5. 根据权利要求1所述的固态图像拾取设备,还包括:

光波导,布置在所述半导体衬底的第二主表面上并且包括包层部和芯部,

其中,为了将所述光波导用作所述光量降低部,所述光波导被布置为使得沿深度方向的包层部的投影与第二半导体区相交。

6. 根据权利要求1所述的固态图像拾取设备,其中,在多个像素之中,包括在一个像素

内的第一半导体区与包括在相邻的像素内的第一半导体区是电学上导通的。

7. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取设备，

其中所述光检测器还包括第三光检测器单元，所述第三光检测器单元布置在第一光检测器单元的深度与第二光检测器单元的深度之间的深度处，

其中第三光检测器单元包括第一导电类型的第三半导体区，在所述第三半导体区中通过光电转换产生的载流子作为信号载流子被收集，

其中所述读出部包括第四半导体区，所述第四半导体区在所述半导体衬底的深度方向上延伸使得在第三半导体区中收集的载流子被读出到第一主表面，

其中所述光量降低部被配置为降低入射在第一导电类型的第二半导体区上的光的量，以及

其中所述光量降低部对于入射在第二半导体区上的光的光量降低比大于所述光量降低部对于入射在第一半导体区上的光的光量降低比。

8. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取设备，其中所述微透镜的中心在水平面上基本上匹配第一半导体区的中心。

9. 一种图像拾取系统，包括：

根据权利要求 1 所述的固态图像拾取设备；以及

信号处理单元，所述信号处理单元被配置为处理从所述固态图像拾取设备输出的图像拾取信号。

固态图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及背面照射型固态图像拾取设备和照相机系统。

背景技术

[0002] 已经提出了根据现有技术的背面照射型固态图像拾取设备来提供高灵敏度的固态图像拾取设备,在该背面照射型固态图像拾取设备中晶体管和金属导线被布置在半导体衬底的第一主表面(正面)上并且用光照射与正面相对的第二主表面(背面)。

[0003] PTL 1 描述了具有在半导体衬底的深度方向上堆叠的光检测器的一种背面照射型固态图像拾取设备。PTL 1 中描述的固态图像拾取设备利用半导体衬底材料的光吸收系数与波长相关的事实来在各个光检测器处检测在与光检测器的各自深度对应的波长带中的光。例如,当三个光检测器被堆叠时,最接近入射表面的光检测器主要检测蓝光,在中间的光检测器主要检测绿光,并且最远离入射表面的光检测器主要检测红光。

[0004] 在 PTL 1 中描述的固态图像拾取设备中,每个光检测器具有在深度方向上延伸的杂质扩散区,用于将光检测器与正面上的电路电连接。

[0005] 在 PTL 1 中描述的配置的情况下,光进入在半导体衬底的深度方向上延伸的杂质扩散区。例如,当入射光在与蓝色光检测器对应的杂质扩散区中的深的位置处被光电转换时,产生的载流子作为用于蓝色的信号电荷被蓄积。然而,这些载流子应该实际上作为用于绿色和红色的信号载流子被蓄积。通过将该载流子作为用于蓝色的信号载流子蓄积,颜色分离特性被恶化,引起噪声。

[0006] 正面入射的固态图像拾取设备包括光入射表面上的遮光结构,例如晶体管和导线。与此对比,在背面入射的固态图像拾取设备的情况下,由于在入射表面上不需要晶体管和导线,因此光入射在整个背面上。因此,颜色分离特性的恶化变得更明显。

[0007] 已经考虑到上面描述的问题而设想了本发明,并且本发明提供了具有改善的颜色分离特性的背面照射型固态图像拾取设备。

[0008] 引文列表

[0009] 专利文献

[0010] PTL 1:日本专利公开 No. 2008-060476

发明内容

[0011] 根据本发明的一种固态图像拾取设备包括:包括多个像素的半导体衬底,每个像素包括光检测器和读出部;导线,布置在所述半导体衬底的第一主表面上;以及光量降低部,其中光从所述半导体衬底的与第一主表面相对的第二主表面进入所述光检测器,其中所述光检测器包括第一光检测器单元和布置为相对于第二主表面比第一光检测器单元更深的第二光检测器单元,其中第一光检测器单元包括第一导电类型的第一半导体区,在所述第一半导体区中通过光电转换产生的载流子作为信号载流子被收集,其中所述读出部包括第一导电类型的第二半导体区,所述第二半导体区在所述半导体衬底的深度方向上延伸

使得在第一半导体区处收集的载流子被读出到第一主表面,其中所述光量降低部被配置为降低入射在第一导电类型的第二半导体区上的光的量,以及其中所述光量降低部对于入射在第二半导体区上的光的光量降低比大于所述光量降低部对于入射在第一半导体区上的光的光量降低比。

[0012] 利用根据本发明的固态图像拾取设备,可以改善颜色分离特性。

[0013] 从以下参考附图的示例性实施例的描述中本发明更多的特征将变得清晰。

附图说明

[0014] 图 1 是第一实施例的示意性的截面图。

[0015] 图 2 是第一实施例的示意性的顶视图。

[0016] 图 3 是第一实施例的水平方向上的电位分布图。

[0017] 图 4 是第二实施例的示意性的顶视图。

[0018] 图 5 是第三实施例的示意性的截面图。

[0019] 图 6 是第四实施例的示意性的截面图。

[0020] 图 7 是第五实施例的示意性的截面图。

[0021] 图 8A 是第六实施例的示意性的截面图。

[0022] 图 8B 是第六实施例的水平方向上的电位分布图。

[0023] 图 9A 是第七实施例的示意性的顶视图。

[0024] 图 9B 是根据第七实施例的与蓝光对应的微透镜和光检测器的示意性顶视图。

[0025] 图 9C 是根据第七实施例的与绿光对应的微透镜和光检测器的示意性顶视图。

[0026] 图 9D 是根据第七实施例的与红光对应的微透镜和光检测器的示意性顶视图。

[0027] 图 10 是第七实施例的水平方向上的电位分布图。

[0028] 图 11 是根据一个实施例的照相机系统。

具体实施方式

[0029] 将参考附图描述本发明的实施例。在实施例中,电子被用作信号载流子。空穴也可以被用作信号载流子。在使用电子作为信号载流子时,第一导电类型是 n 型,并且第二导电类型是 p 型。当空穴被用作信号载流子时,半导体区的导电类型被设定为与电子为信号载流子时的导电类型相反。

[0030] 第一实施例

[0031] 图 1 是根据本发明的第一实施例的固态图像拾取设备的示意性的截面图。半导体区(例如光检测器和晶体管)被包括在半导体衬底 101 内。p 型半导体或者 SOI 衬底可以被用作半导体衬底 101。电路部 102 被布置在半导体衬底 101 的第一主表面(附图中的下侧)上。电路部 102 包括晶体管、电极和导线。光学功能部被布置在第二主表面(附图中的上侧)(即,与其上布置有电路部 102 的那侧相对的一侧)上,其中绝缘层和保护层置于光学功能部和第二主表面之间。在根据本实施例的背面照射型固态图像拾取设备中,光从与其上布置有导线和晶体管的第一主表面(正面)相对的表面进入,即,从第二主表面(背面)进入。

[0032] 在本实施例中,光学功能部包括微透镜。如下面详细描述的,微透镜用作光量降低部。

[0033] 接下来,将描述布置在半导体衬底 101 上的光检测器的结构。如图 1 中所示出的, n 型半导体区 103B、103G 和 103R 在半导体衬底 101 中在深度方向上被堆叠。在本说明书中,深度方向是与衬底的正面或者背面垂直的方向。水平方向是与深度方向正交的方向。

[0034] n 型半导体区 103B、103G 和 103R 中的每一个与 p 型半导体区 104 形成 pn 结。在最接近背面的 n 型半导体区 103B 中,通过蓝色波长带中的光的光电转换产生的电子被主要收集。在布置得相对于背面比 n 型半导体区 103B 更深的 n 型半导体区 103G 中,通过绿色波长带中的光的光电转换产生的电子被主要收集。在布置得相对于背面最深的 n 型半导体区 103R 中,通过红色波长带中的光的光电转换产生的电子被主要收集。在本实施例中,n 型半导体区 103B 相当于根据本发明的第一半导体区,并且 n 型半导体区 103G 相当于根据本发明的第三半导体区。

[0035] 以这种方式,n 型半导体区 103B、103G 和 103R 中的每一个与 p 型半导体区 104 一起构成光检测器,或者具体地,光电二极管。在每一个光检测器中,检测与光检测器的深度对应的波长范围中的光。

[0036] n 型半导体区 105B 和 105G 是分别提取在 n 型半导体区 103B 和 103G 中收集的载流子的读出部。n 型半导体区 105B 在半导体衬底 101 的深度方向上从 n 型半导体区 103B 延伸到正面。n 型半导体区 105G 在半导体衬底 101 的深度方向上从 n 型半导体区 103G 延伸到正面。期望的是,n 型半导体区 105B 和 105G 的杂质浓度分别高于 n 型半导体区 103B 和 103G 的杂质浓度。在本实施例中,n 型半导体区 105B 相当于根据本发明的第二半导体区,并且 n 型半导体区 105G 相当于根据本发明的第四半导体区。

[0037] 在本实施例中,由于与红色波长带对应的 n 型半导体区 103R 被布置在正面处,因此可以省略与 n 型半导体区 103R 对应的读出部。n 型半导体区 103R 也可以被嵌入半导体衬底 101 中,使得它不被露出在正面处。在这种情况下,应该设置与 n 型半导体区 103R 对应的读出部。

[0038] 每一个读出部不限于这种形状和位置,只要它具有用于将基于在光检测器处产生的电子的信号经由读出部提取到正面的功能即可。

[0039] 在本实施例中,在深度方向上堆叠的三个 n 型半导体区 103B、103G 和 103R 以及 n 型半导体区 105B 和 105G 全部被包括在单个像素内。虽然图 1 中仅仅示出了两个像素,但是实际上,以线的方式或者以矩阵的方式布置多个像素。这对于下述的其它实施例也是成立的。

[0040] 电路部 102 包括读出基于在光检测器处产生的电子的信号的电路。将详细描述电路部 102 的示例配置。

[0041] n 型半导体区 105B 和 105G 以及 n 型半导体区 103R 经由传递 MOS 晶体管 TxB、TxG 和 TxR 与放大器的输入端电连接。放大器的输入端可以经由复位 MOS 晶体管 Res 与电源连接。通过使传递 MOS 晶体管导通,可以经由读出部执行将在光检测器处产生的电子完全耗尽地传递到放大器的输入端。

[0042] 放大器是放大器 MOS 晶体管 M。放大 MOS 晶体管 M 的栅极是输入端。源极和漏极中的一个与电源连接,并且另一个与选择器 MOS 晶体管 SEL 的源极或者漏极连接。选择器 MOS 晶体管 SEL 的源极和漏极中的不与放大器 MOS 晶体管 M 连接的那个与输出线连接。该配置不限于此,并且半导体区可以直接与输出线电连接。

[0043] 收集光的微透镜 106 被布置在半导体衬底 101 的背面上。微透镜 106 被布置在与光检测器的位置对应的位置处。在本实施例中,对于每一组三个堆叠的光检测器布置一个微透镜 106。换句话说,沿深度方向的微透镜 106 的投影覆盖光检测器。在本实施例中,微透镜 106 的边缘位于 n 型半导体区 105B 之上。换句话说,沿深度方向的微透镜 106 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。微透镜 106 可以被布置为离开背面一定的距离,或者可以被直接布置在背面上。

[0044] 入射光会聚在微透镜 106 的中心处。因此,与不设置微透镜 106 时相比,入射在布置在微透镜 106 的边缘下方的 n 型半导体区 105B 上的光的量减少。入射光的量的降低比是通过设置微透镜 106 的降低量与在不设置微透镜 106 时的入射光的量的比例。

[0045] 入射在 n 型半导体区 103B 上的光的量基本上未改变或者通过在微透镜 106 处会聚而增大。换句话说,降低比基本上为零,或者入射光的量不降低反而增大。

[0046] 以这种方式,利用根据本发明的光量降低部,在第二半导体区上的入射光的量的降低比大于在第一半导体区上的入射光的量的降低比。入射在第一半导体区上的光的量完全不降低或者反而可以增大。光量降低部可以完全地阻挡光入射在第二半导体区上,使得入射在第二半导体区上的光量为零。

[0047] 图 2 是本实施例的顶视图。图 2 示出 n 型半导体区 103B、103G、和 103R 以及 n 型半导体区 105B 和 105G。

[0048] 如该图中所示出的,沿深度方向的三个 n 型半导体区 103B、103G 和 103R 的投影交迭。作为读出部的 n 型半导体区 105B 和 105G 被布置为分别与 n 型半导体区 103B、103G 对应。当从顶部观看时,n 型半导体区 103B、103G 和 103R 与微透镜 106 重叠。

[0049] 当从顶部观看时,微透镜 106 的边缘与 n 型半导体区 105B 相交。换句话说,沿深度方向的微透镜 106 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。

[0050] 在本实施例中,最接近背面布置的 n 型半导体区 103B 在水平面上具有最大面积。微透镜 106 被布置为使得其中心基本上匹配 n 型半导体区 103B 的中心。

[0051] 图 3 是本实施例的水平方向上的电位分布图。图 3 示出在与 n 型半导体区 103B、103G 和 103R 的位置对应的深度处的水平方向上的电位分布。换句话说,图 3 示出沿着图 1 中的线 A、B 和 C 的电位分布。纵轴表示电子的电位,而横轴表示水平位置。

[0052] 如图 3 中所示出的,由 p 型半导体区 104 形成的势垒介于相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间。作为读出部的 n 型半导体区 105B 的电位低于 n 型半导体区 103B 的电位。在该深度处,主要在蓝色波长范围中的光被光电转换,并且被收集在 n 型半导体区 103B 中作为蓝色信号载流子。

[0053] 当在像素之间的势垒中存在平坦部分时,在该平坦部分中产生的载流子扩散到深度方向并且可以进入 n 型半导体区 103G。因此,期望的是 n 型半导体区 103B 在水平方向上较广地延伸。通过减少相邻的像素中的 n 型半导体区 103B 之间的距离,势垒中的平坦部分变小,并且因此,电子比到达 n 型半导体区 103G 更容易地到达 n 型半导体区 103B。也就是说,可以防止在像素内的混色。

[0054] 将描述防止混色的另一个方法。微透镜 106 被布置为使得其中心匹配 n 型半导体区 103B 的中心,并且允许光进入 n 型半导体区 103B。以这种方式,进入介于相邻的像素之间的势垒的光量减少,并且,结果,可以进入上述 n 型半导体区 103G 的电子的量降低。

[0055] 图3示出在与n型半导体区103G的位置对应的深度处的水平方向上的电位分布。作为读出部的n型半导体区105G具有低于n型半导体区103G的电位的电位。

[0056] 势垒被形成在n型半导体区105G和n型半导体区105B之间。期望的是,n型半导体区105G和n型半导体区105B以这种方式被电学上分离。

[0057] 在该深度处,主要在绿色波长带中的光被光电转换,并且作为绿色信号载流子被收集在n型半导体区103G中。另一方面,当光入射在n型半导体区105B上时,通过光电转换产生的载流子作为蓝色信号载流子被收集。

[0058] 在本实施例中,由于水平的位置关系使得微透镜106的边缘被布置在n型半导体区105B之上,因此入射在n型半导体区105B上的光量减少。因此,要被作为绿色信号载流子收集的载流子更少可能进入n型半导体区105B。

[0059] 图3示出在与n型半导体区103R的位置对应的深度处的水平方向上的电位分布。如图3中所示出的,势垒被形成在n型半导体区105B和n型半导体区105G之间以及在n型半导体区105G和n型半导体区103R之间。期望的是,n型半导体区105B、n型半导体区105G和n型半导体区103R以这种方式被电学上分离。

[0060] 在该深度处,主要在红色波长带中的光被光电转换,并且作为红色信号载流子被收集在n型半导体区103R中。通过布置微透镜106,红色信号载流子更少可能进入n型半导体区105B。

[0061] 如上所述,在本实施例中,沿深度方向的微透镜106的边缘的投影与n型半导体区105B交迭。换句话说,当从顶部观看时,n型半导体区105B与微透镜106重叠。由于在这种配置中入射在n型半导体区105B上的光量减少,因此载流子更少可能产生在n型半导体区105B的相对于背面的较深的位置处。因此,颜色分离特性被改善。

[0062] 在本实施例中,n型半导体区103B的中心在水平面上基本上匹配微透镜106的中心。利用这种配置,载流子更少可能产生在相邻的像素中的n型半导体区103B之间的区域中。因此,颜色分离特性被改善。

[0063] 第二实施例

[0064] 根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备被示出在图4中。图4是固态图像拾取设备的顶视图。具有与第一实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0065] 在本实施例中,当从顶部观看时,微透镜106的边缘与n型半导体区105B和n型半导体区105G相交。相邻的像素中的微透镜106以连接的方式被布置为使得它们共享它们的边缘的部分。以这种方式,当部分或者所有微透镜106与相邻的像素的微透镜106连接时,在截面图中表现为谷地的部分也与微透镜106的边缘对应。期望的是,由相邻的微透镜106共有的边缘位于n型半导体区105B和105G之上。

[0066] 与根据第一实施例的n型半导体区105B类似,在本实施例中,入射在n型半导体区105G上的光量减少。因此,在与n型半导体区103R的位置对应的深度处n型半导体区105G中产生的载流子的量减少。也就是说,要被作为红色信号载流子收集的载流子更少可能作为绿色载流子被收集。

[0067] 除了上述的第一实施例的优点之外,本实施例还具有下面的优点。

[0068] 在本实施例中,当从顶部观看时,微透镜106的边缘与n型半导体区105B和n型

半导体区 105G 相交。由于利用这种配置入射在 n 型半导体区 105G 上的光量可以减少,因此载流子更少可能产生在 n 型半导体区 105G 的相对于背面的较深的位置处。因此,颜色分离特性被改善。

[0069] 第三实施例

[0070] 图 5 是根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备的示意性的截面图。具有与第一或者第二实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0071] 根据本实施例的配置在作为光入射表面的背面上包括遮光部 107。如下所述,在本实施例中,遮光部 107 用作光量降低部。

[0072] 遮光部 107 由不透射光的材料制成。例如,使用金属,诸如铝。作为替代,可以使用吸光材料,诸如着黑色的树脂。每一个遮光部 107 被布置在 n 型半导体区 105B 之上。水平的位置关系被确定为使得沿深度方向的遮光部 107 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。遮光部 107 可以被放置为使得至少部分入射光被阻挡。

[0073] 遮光部 107 阻挡部分入射光,因此,入射在 n 型半导体区 105B 上的光量减少。绿色波长带和红色波长带中的光的光电转换更少可能在 n 型半导体区 105B 的较深部分中被执行。结果,应该作为绿色或者红色信号载流子被读出的载流子更少可能作为蓝色信号载流子被读出。

[0074] 遮光部 107 可以介于相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间。以这种方式,入射在相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间的区域上的光量可以降低,因此,在与 n 型半导体区 103B 的位置对应的深度处产生并且进入 n 型半导体区 103G 的载流子的量减少。

[0075] 如上所述,在本实施例中,沿深度方向的遮光部 107 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。换句话说,当从顶部观看时,n 型半导体区 105B 与遮光部 107 重叠。由于利用这种配置入射在 n 型半导体区 105B 上的光量可以减少,因此在 n 型半导体区 105B 的相对于背面的较深的位置处的载流子的产生可以被抑制。因此,颜色分离特性被改善。

[0076] 通过在相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间插入遮光部 107,在相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间的载流子的产生可以被抑制。因此,颜色分离特性被更加改善。

[0077] 除了根据本实施例的配置之外,通过结合根据第一或者第二实施例的微透镜,颜色分离特性可以更加改善。

[0078] 第四实施例

[0079] 图 6 是根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备的示意性的截面图。具有与第一到第三实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0080] 在本实施例中,光波导 108 被布置在作为光入射表面的背面上。如下所述,根据本实施例的光波导 108 用作光量降低部。

[0081] 光波导 108 包括芯部 109 和包层部 110。期望的是芯部 109 由透射光的材料制成并且具有小的折射率。包层部 110 由具有比芯部 109 的折射率大的折射率的材料制成。作为替代,可以使用反射光的材料。

[0082] 在本实施例中,每一个包层部 110 位于 n 型半导体区 105B 之上。沿深度方向的包层部 110 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。

[0083] 由于在包层部 110 处反射入射光,因此入射在 n 型半导体区 105B 上的光量减少。因此,绿色波长带和红色波长带中的光的光电转换更少可能在 n 型半导体区 105B 的较深部分中被执行。结果,应该作为绿色或者红色信号载流子被读出的载流子更少可能作为蓝色信号载流子被读出。

[0084] 在本实施例中,通过形成在深度方向上较长的光波导 108,入射光的指向性被改善。以一定的入射角进入光波导 108 的光在包层部 110 处被反射和由包层部 110 干涉。当光到达半导体衬底的第二主表面时,入射角的影响减弱,并且光变得基本上平行。

[0085] 当大量的入射光是倾斜的时,包括堆叠的光检测器的固态图像拾取设备将具有不能令人满意的颜色分离特性。因此,通过使用在深度方向上较长的光波导,颜色分离特性可以改善。

[0086] 如上所述,在本实施例中,沿深度方向的包层部 110 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。也就是说,当从顶部观看时,n 型半导体区 105B 与包层部 110 重叠。由于利用这种配置入射在 n 型半导体区 105B 上的光量可以减少,因此在 n 型半导体区 105B 的相对于背面的较深的位置处的载流子的产生可以被抑制。因此,颜色分离特性被改善。

[0087] 除了根据本实施例的配置之外,通过结合根据第一或者第二实施例的微透镜,颜色分离特性可以更加改善。

[0088] 第五实施例

[0089] 图 7 是根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备的示意性的截面图。具有与第一到第四实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0090] 在本实施例中,柱型微透镜 111 针对每个像素而被布置在背面上。如下所述,在本实施例中,柱型微透镜 111 用作光量降低部。

[0091] 空气间隙 112 被形成在相邻的像素的微透镜 111 之间。沿深度方向的空气间隙 112 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。也就是说,当从顶部观看时,n 型半导体区 105B 与空气间隙 112 重叠。

[0092] 空气间隙 112 是真空或者用氮气或空气填充。空气间隙 112 和柱型微透镜 111 的折射率的差使得入射在空气间隙 112 上的光会聚到微透镜 111 中。

[0093] 由于空气间隙 112 被布置在 n 型半导体区 105B 之上,入射在 n 型半导体区 105B 上的光量可以降低。因此,绿色波长带和红色波长带中的光的光电转换更少可能在 n 型半导体区 105B 的较深部分中被执行。结果,应该作为绿色或者红色信号载流子被读出的载流子更少可能作为蓝色信号载流子被读出。

[0094] 由于微透镜 111 是柱型的,因此入射光的指向性被改善。以一定的入射角进入微透镜 111 的光在空气间隙 112 处被反射并且由空气间隙 112 干涉。当光到达半导体衬底的第二主表面时,入射角的影响减弱,并且光变得基本上平行。

[0095] 当大量的入射光是倾斜的时,包括堆叠的光检测器的固态图像拾取设备将具有不能令人满意的颜色分离特性。因此,通过使用具有优秀的光的指向性的微透镜,颜色分离特性可以改善。

[0096] 如上所述,在本实施例中,沿深度方向的在柱型微透镜之间形成的空气间隙 112 的投影与 n 型半导体区 105B 交迭。也就是说,当从顶部观看时,n 型半导体区 105B 与空气

间隙 112 重叠。

[0097] 由于利用这种配置入射在 n 型半导体区 105B 上的光量可减少,因此在 n 型半导体区 105B 的相对于背面的较深的位置中的载流子的产生可被抑制。因此,颜色分离特性被改善。

[0098] 除了根据本实施例的配置之外,通过结合第三实施例的光量降低部和 / 或第四实施例的光波导,颜色分离特性更加改善。

[0099] 第六实施例

[0100] 图 8A 是根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备的示意性的截面图。具有与第一到第五实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0101] 在本实施例中,相邻的像素的 n 型半导体区 103B 是电学上导通的。当在 n 型半导体区 103B 之间不设置 p 型半导体区时, n 型半导体区 103B 可以是电学上导通的。即使在设置 p 型半导体区时,当 n 型半导体区 103B 彼此足够地接近并且与耗尽层连接时 n 型半导体区 103B 也可以是电学上导通的。

[0102] 在图 8A 中,从 n 型半导体区 103B 延伸的耗尽层 113 由虚线指示。如图 8A 中所示出的,相邻的像素的 n 型半导体区 103B 经由耗尽层 113 电学上导通。

[0103] 图 8B 示出在与 n 型半导体区 103B 的位置对应的深度处的水平方向上的电位分布。也就是说,图 8B 示出沿着图 8A 中的线 D 的电位分布。在图 8B 中,纵轴表示电子的电位,而横轴表示水平位置。

[0104] 如图 8B 中所示出的,在两个不同的像素的 n 型半导体区 103B 之间形成的势垒不具有平坦部分。换句话说,在两个不同的像素的 n 型半导体区 103B 之间形成的势垒具有引起载流子在水平方向上朝向像素之一漂移的电位梯度。

[0105] 当势垒中存在平坦部分时,如第一实施例中所述的,载流子进入 n 型半导体区 103G。在本实施例中,由于势垒基本上没有平坦部分,因此载流子更少可能进入 n 型半导体区 103G。

[0106] 当杂质扩散区延伸跨越相邻的像素时,势垒也在相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间的区域中在深度方向上形成。因此,载流子更少可能进入 n 型半导体区 103G。

[0107] 图 8A 示出布置在背面上的与第一实施例类似的微透镜 106。在本实施例中,该配置不限于此,并且其它实施例的配置可以被利用。

[0108] 如上所述,除了第一到第五实施例的优点之外,本实施例还具有下面的优点。

[0109] 在本实施例中,相邻的像素的 n 型半导体区 103B 是电学上导通的。利用这种配置,在相邻的像素的 n 型半导体区 103B 之间产生的载流子更少可能进入 n 型半导体区 103G。因此,颜色分离特性被更加改善。

[0110] 在本实施例中, n 型半导体区 103B 是电学上导通的。然而,作为替代,相邻的像素的 n 型半导体区 103G 可以以类似的方式是电学上导通的。在这种情况下,在相邻的像素的 n 型半导体区 103G 之间的区域中产生的载流子更少可能进入 n 型半导体区 103B 和 n 型半导体区 103R。

[0111] 第七实施例

[0112] 图 9A 是根据本发明的另一个实施例的固态图像拾取设备的顶视图。具有与第一

到第六实施例中相同功能的部件将由相同的附图标记表示,并且将不重复其详细描述。

[0113] 在本实施例中,当从顶部观看时,微透镜 106 的边缘与 n 型半导体区 103B 的中心相交。另外,当从顶部观看时,微透镜 106 的边缘与 n 型半导体区 103G 的中心相交。换句话说,一个微透镜 106 被布置在两个 n 型半导体区 103B 之上。也就是说,沿深度方向的微透镜 106 的投影与两个 n 型半导体区 103B 交迭。这对 n 型半导体区 103G 也是一样的。

[0114] 作为读出部的 n 型半导体区 105B 和 105G 分别被布置在 n 型半导体区 103B 和 103G 的中心处。换句话说,沿深度方向的微透镜 106 的边缘的投影与 n 型半导体区 105B 和 105G 相交。

[0115] 图 9B 是微透镜 106、n 型半导体区 103B 和 n 型半导体区 105B 的顶视图。如图 9B 中所示出的,每一个微透镜 106 与在该图中的左右方向上彼此相邻的两个 n 型半导体区 103B 交迭。当从顶部观看时,一个微透镜 106 的边缘与两个 n 型半导体区 105B 相交。

[0116] 图 9C 是微透镜 106、n 型半导体区 103G 和 n 型半导体区 105G 的顶视图。n 型半导体区 103G 包围其中设置 n 型半导体区 105B 的区域。每一个微透镜 106 与在该图中的上下方向上彼此相邻的两个 n 型半导体区 103G 交迭。当从顶部观看时,一个微透镜 106 的边缘与两个 n 型半导体区 105G 相交。

[0117] 图 9D 是微透镜 106 和 n 型半导体区 103R 的顶视图。如图 9D 中所示出的,微透镜 106 的中心匹配 n 型半导体区 103R 的中心。

[0118] 如图 9A 中所示出的,n 型半导体区 105B 和 105G 分别被布置在 n 型半导体区 103B 和 103G 的中心处。当从顶部观看时,n 型半导体区 105B 和 n 型半导体区 103G 被放置为使得它们形成四边形的面心格子。也就是说,四个 n 型半导体区 105B 被放置在正方形的顶点处而具有一个 n 型半导体区 105G 放置在中心处。四个 n 型半导体区 105B 中的每一个也被放置在顶点处具有四个 n 型半导体区 105G 的正方形的中心处。周围像素不限于这种位置关系。

[0119] 利用这种配置,相邻的读出部之间的距离可以增大。期望的是作为读出部的 n 型半导体区 105B 和 105G 的杂质浓度较高。当杂质浓度高时,杂质更容易扩散。此外,高杂质浓度增大了在附近的 p 型半导体区 104 中的耗尽层的扩展。因此,当 n 型半导体区 105B 和 n 型半导体区 105G 之间的距离小时,这些区域可以变得电学上导通。因此,期望的是相邻的读出部之间的距离大。

[0120] 图 10 示出在与 n 型半导体区 103B 的位置对应的深度处且沿着图 9B 中的线 E 的水平方向上的电位分布。纵轴表示电子的电位,而横轴表示水平位置。

[0121] 在本实施例中,两个 n 型半导体区 103B 被布置在一个微透镜 106 下方。因此,在相邻的 n 型半导体区 103B 之间形成的势垒位于微透镜 106 下方。在图 10 中,势垒位于微透镜 106 的中心处。当由微透镜 106 聚焦的光被光电转换时,产生的载流子被收集到图 10 中的在左边和右边的相邻的 n 型半导体区 103B 之一。

[0122] 在本实施例中,一个微透镜 106 与一个像素对应。因此,为了从一个像素获取蓝色信号,来自图 9B 中的左边和右边的相邻的 n 型半导体区 103B 的信号的平均值可以被确定。类似地,为了从一个像素获取绿色信号,来自图 9C 中的上侧和下侧的相邻的 n 型半导体区 103G 的信号的平均值可以被确定。

[0123] 在本实施例中,一个像素包括两个 n 型半导体区 103B 而同时与左边和右边的像素

共用它们。类似地,一个像素包括两个 n 型半导体区 103G 而同时与上方和下方的像素共用它们。

[0124] 微透镜 106 的边缘与作为读出部的 n 型半导体区 105B 和 105G 相交。利用这种配置,每个像素与相邻的像素共用读出部。

[0125] 图 9A、图 9B、图 9C、图 9D 和图 10 示出在其中与第一实施例中类似的微透镜 106 被布置在背面上的配置。本实施例不限于此并且可以利用其它实施例。

[0126] 如上所述,除了第一到第六实施例的优点之外,本实施例还具有下面的优点。

[0127] 利用本实施例,在 n 型半导体区 105B 和 105G 之间的距离可以被设定为较大。利用这种配置,在 n 型半导体区 105B 和 105G 之间的导电性可以降低,并且因此,颜色分离特性更加改善。

[0128] 第八实施例

[0129] 将详细描述包括根据本发明的一个实施例的固态图像拾取设备的照相机系统。图像拾取系统的示例包括数字式静态照相机和数字式摄录一体机。图 11 是示出在其中光电转换设备被应用于数字式静态照相机的示例图像拾取系统的框图。

[0130] 图 11 示出保护透镜 2 的挡板 1 和孔径光阑 3,透镜 2 在固态图像拾取设备 4 上形成对象的光学图像,孔径光阑 3 改变透射通过透镜 2 的光量。固态图像拾取设备 4 是上面描述的实施例之一的固态图像拾取设备并且将由 2 形成的光学图像转换为图像数据。固态图像拾取设备 4 的衬底被设置有 A/D 转换器。信号处理单元 7 对从固态图像拾取设备 4 输出的图像拾取数据执行各种校正并且压缩数据。图 11 还示出定时发生器 8 和全体控制/计算单元 9,定时发生器 8 向固态图像拾取设备 4 和信号处理单元 7 输出各种定时信号,全体控制/计算单元 9 执行各种计算并且控制整个数字式静态照相机。图像数据被临时存储在存储器 10 中。接口单元 11 被用来记录到记录介质和从记录介质读出。可拆卸的记录介质(诸如半导体存储器)被用来记录和读出图像拾取数据。接口单元 13 被用来与外部计算机等通信。定时信号可以从图像拾取系统外部的单元输入,只要图像拾取系统至少包括固态图像拾取设备 4 和处理从固态图像拾取设备 4 输出的图像拾取信号的信号处理单元 7 即可。

[0131] 在本实施例中,固态图像拾取设备 4 和 A/D 转换器被设置在相同的衬底上。然而,作为替代,固态图像拾取设备 4 和 A/D 转换器可以被设置在分开的衬底上。此外,固态图像拾取设备 4 和信号处理单元 7 可以被设置在相同的衬底上。

[0132] 如上所述,根据本发明实施例的固态图像拾取设备可以被应用于照相机系统。通过将根据本发明的固态图像拾取设备应用于照相机系统,可以获得具有改善的颜色分离特性的图像。

[0133] 在每个实施例中,描述了具有三个光检测器的固态图像拾取设备。然而,只要包括多个堆叠的光检测器,本发明都可以被应用。例如,本发明可以被应用于具有两个堆叠的光检测器的背面照射型固态图像拾取设备。

[0134] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围将被给予最宽的解释从而包括所有这样的修改、等同的结构与功能。

[0135] 本申请要求 2009 年 12 月 18 日提交的日本专利申请 No. 2009-288461 的权益,该

日本专利申请其整体通过参考被并入于此。

[0136] 附图标记列表

[0137] 101 半导体衬底

[0138] 102 电路部

[0139] 103n 型半导体区

[0140] 104p 型半导体区

[0141] 105n 型半导体区

[0142] 106 微透镜

[0143] 107 遮光部

[0144] 108 光波导

[0145] 109 芯部

[0146] 110 包层部

[0147] 111 柱型微透镜

[0148] 112 空气间隙

[0149] 113 耗尽层

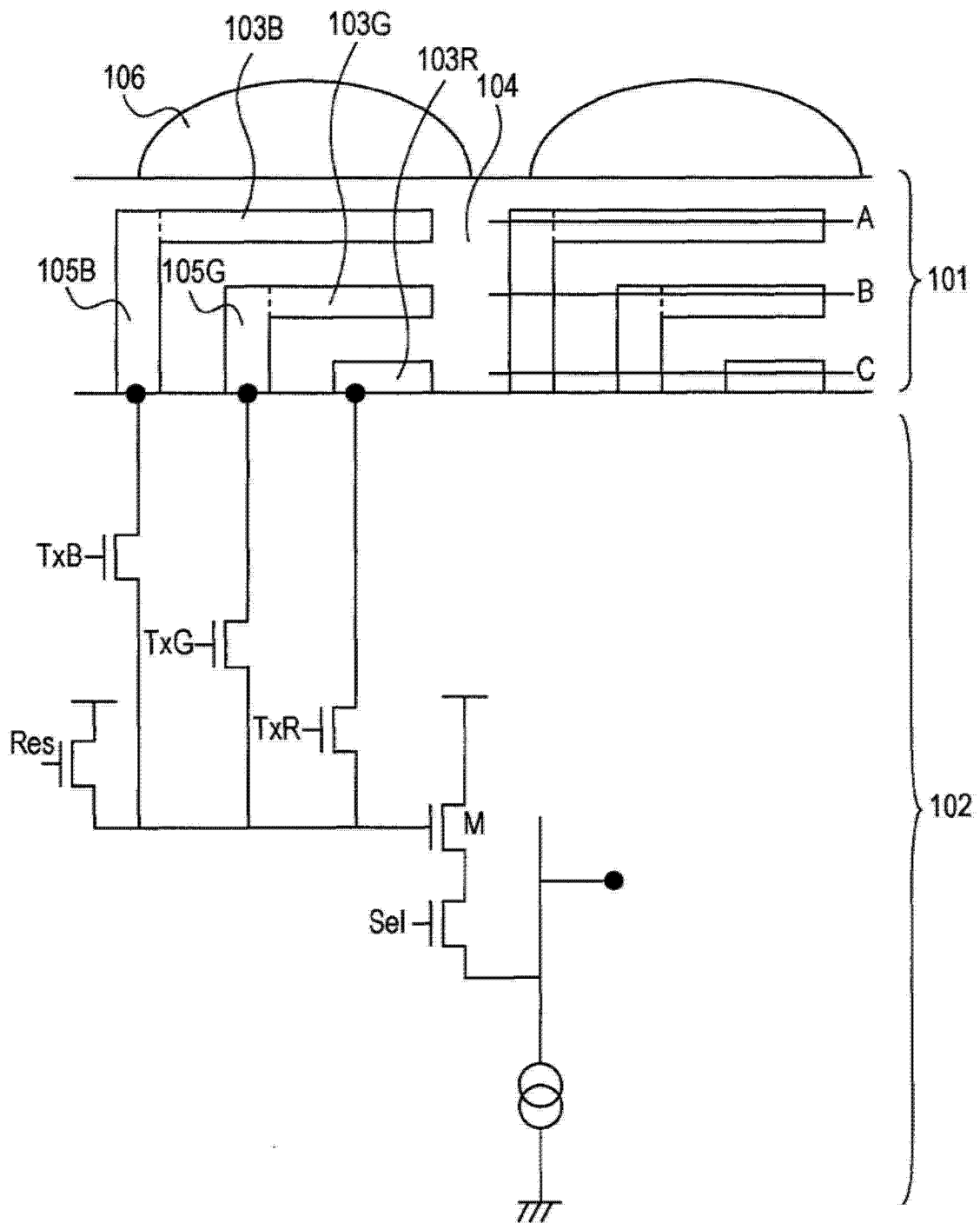


图 1

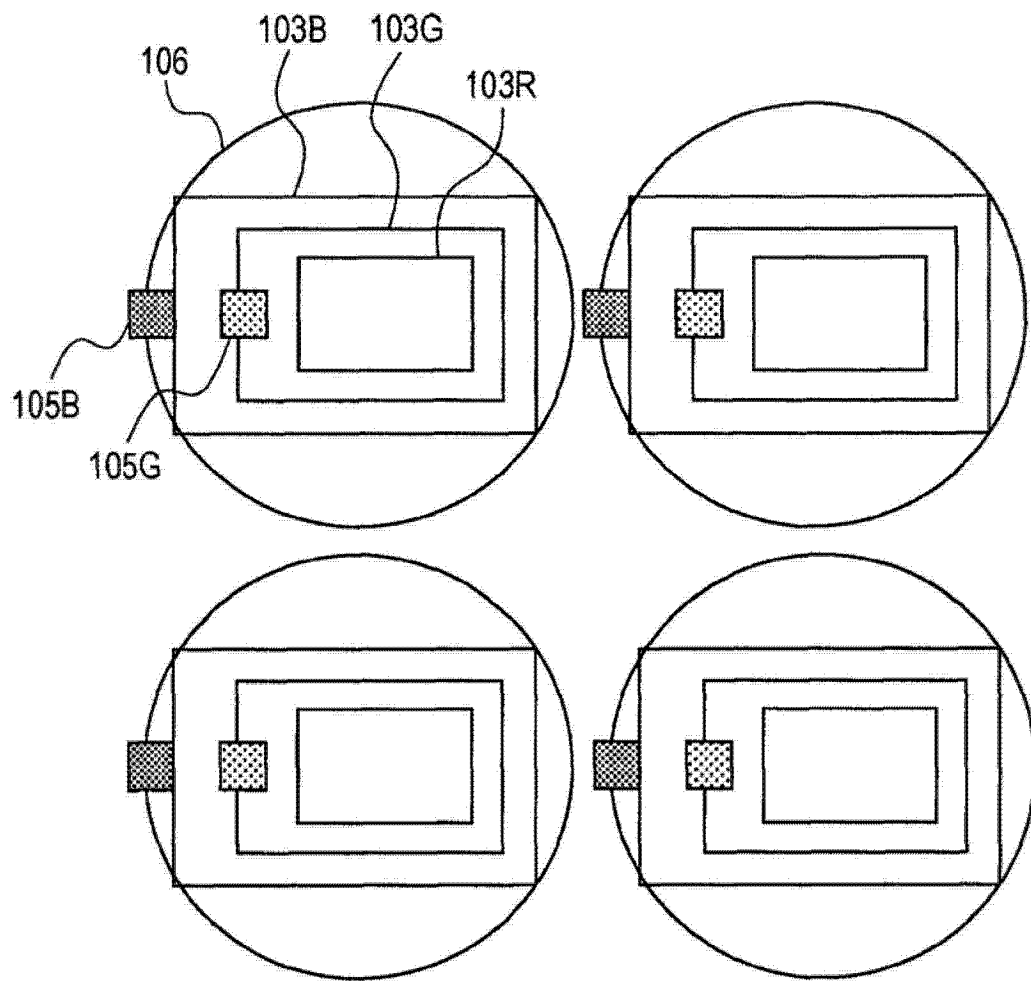


图 2

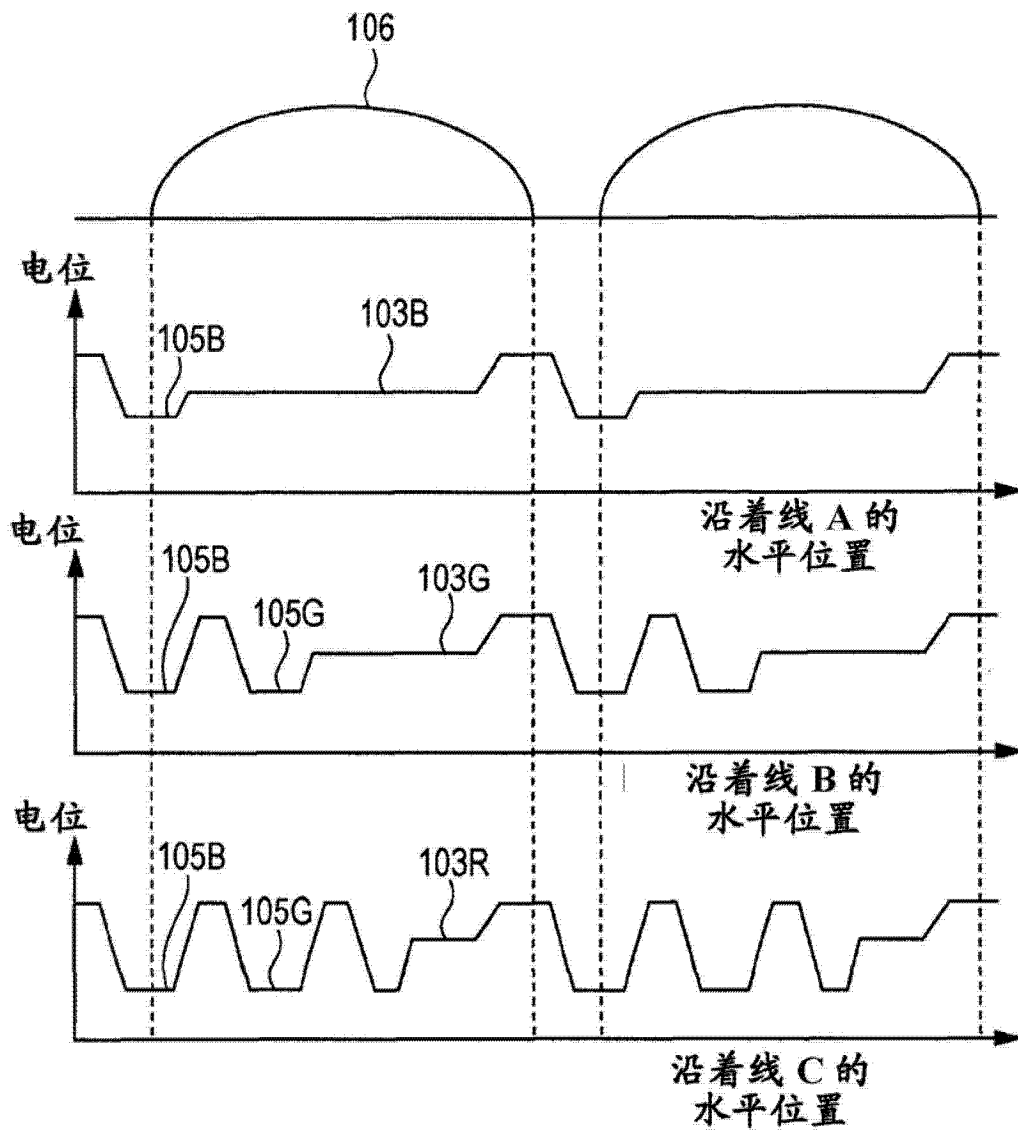


图 3

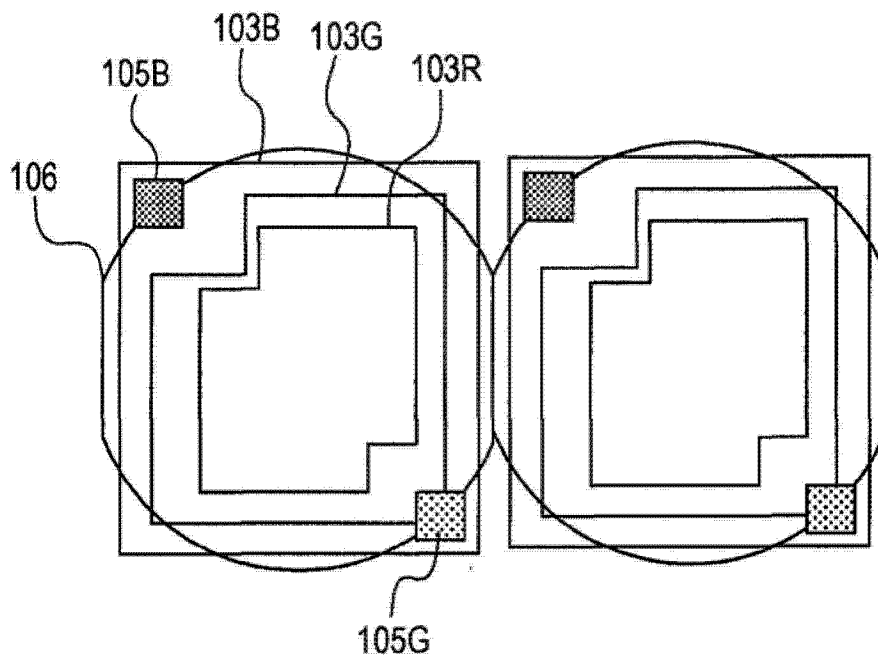


图 4

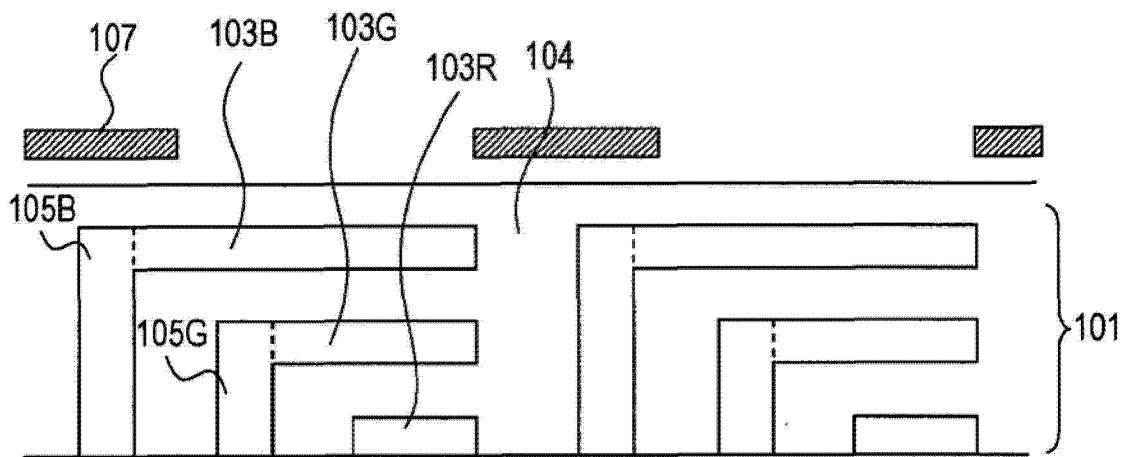


图 5

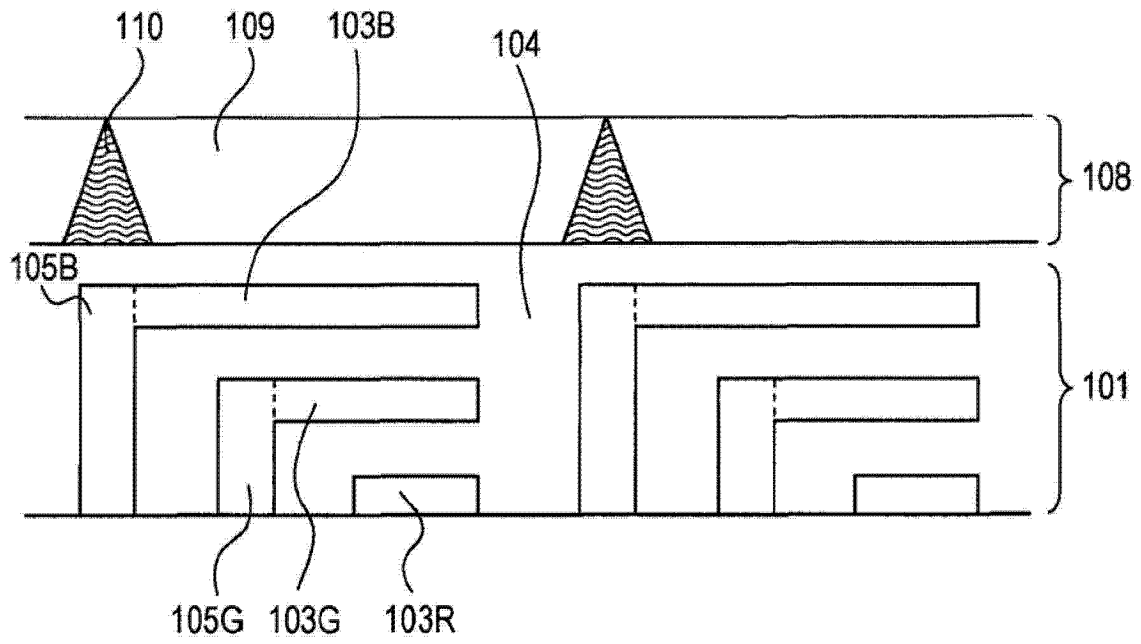


图 6

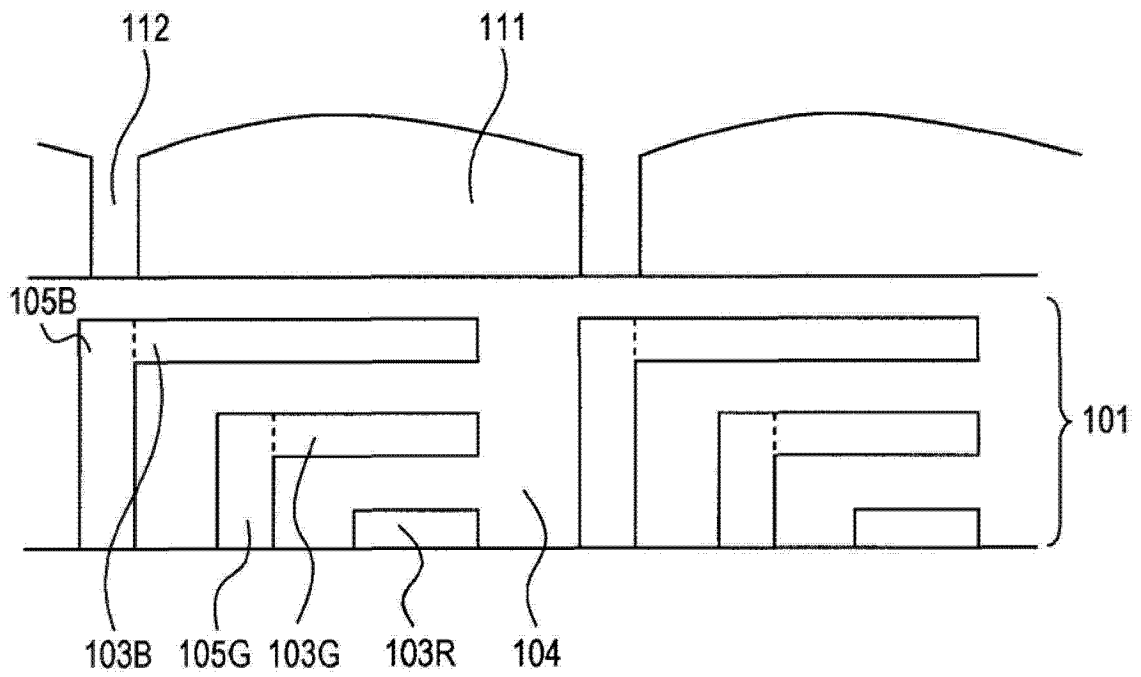


图 7

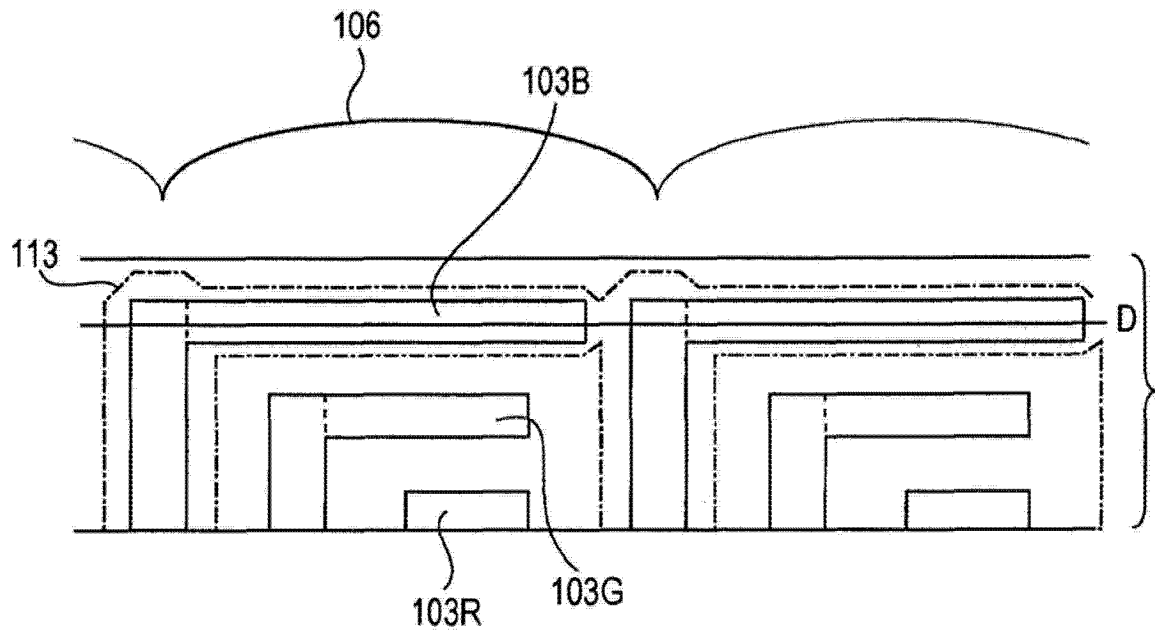


图 8A

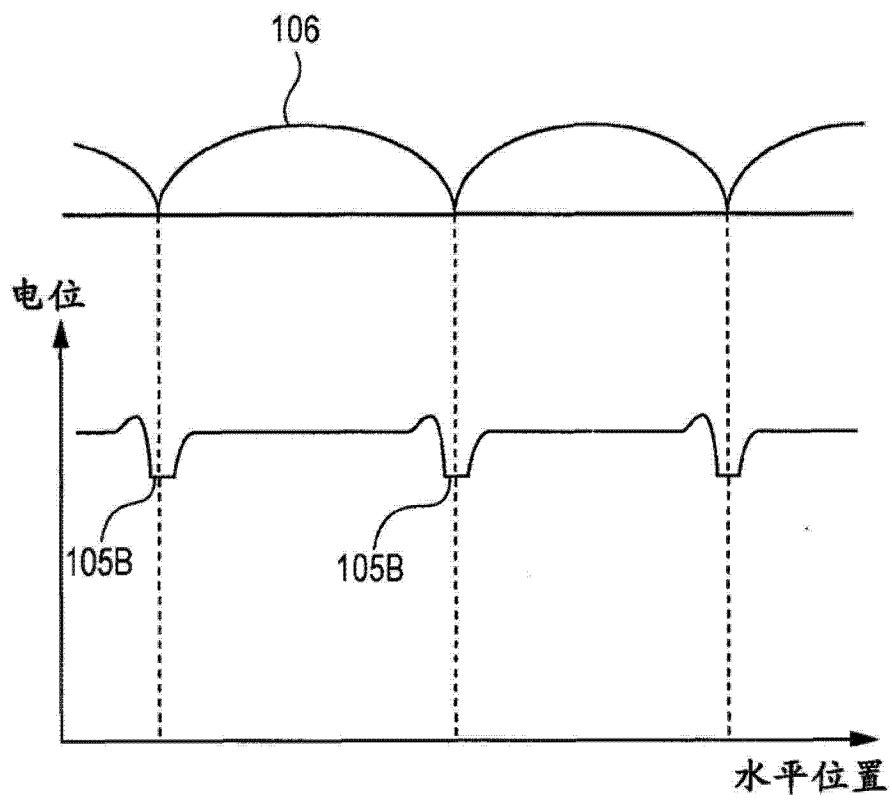


图 8B

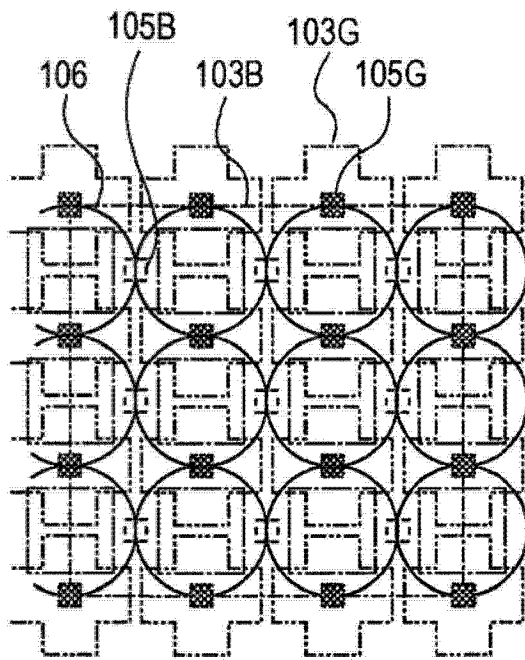


图 9A

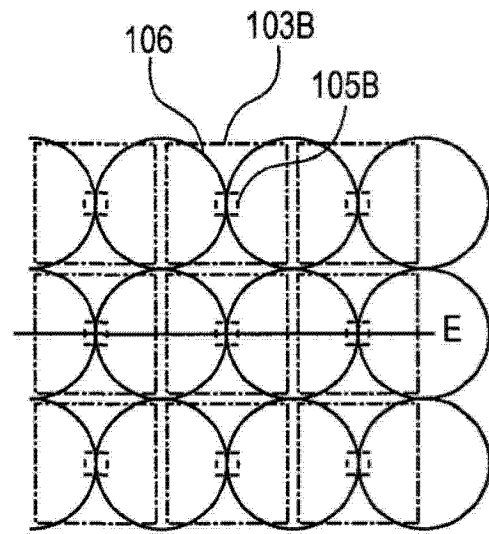


图 9B

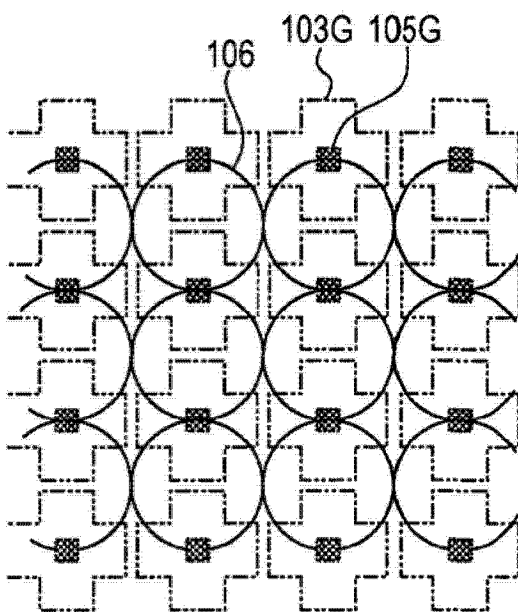


图 9C

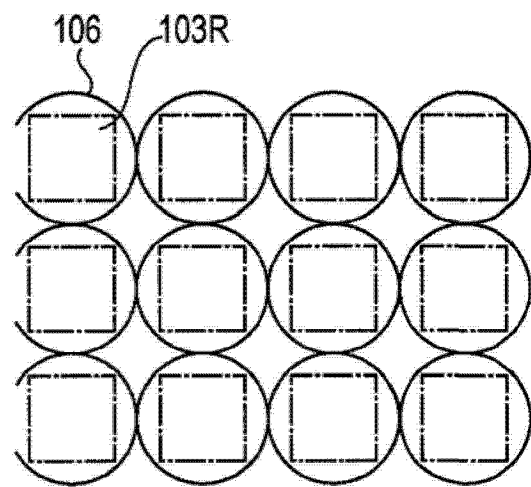


图 9D

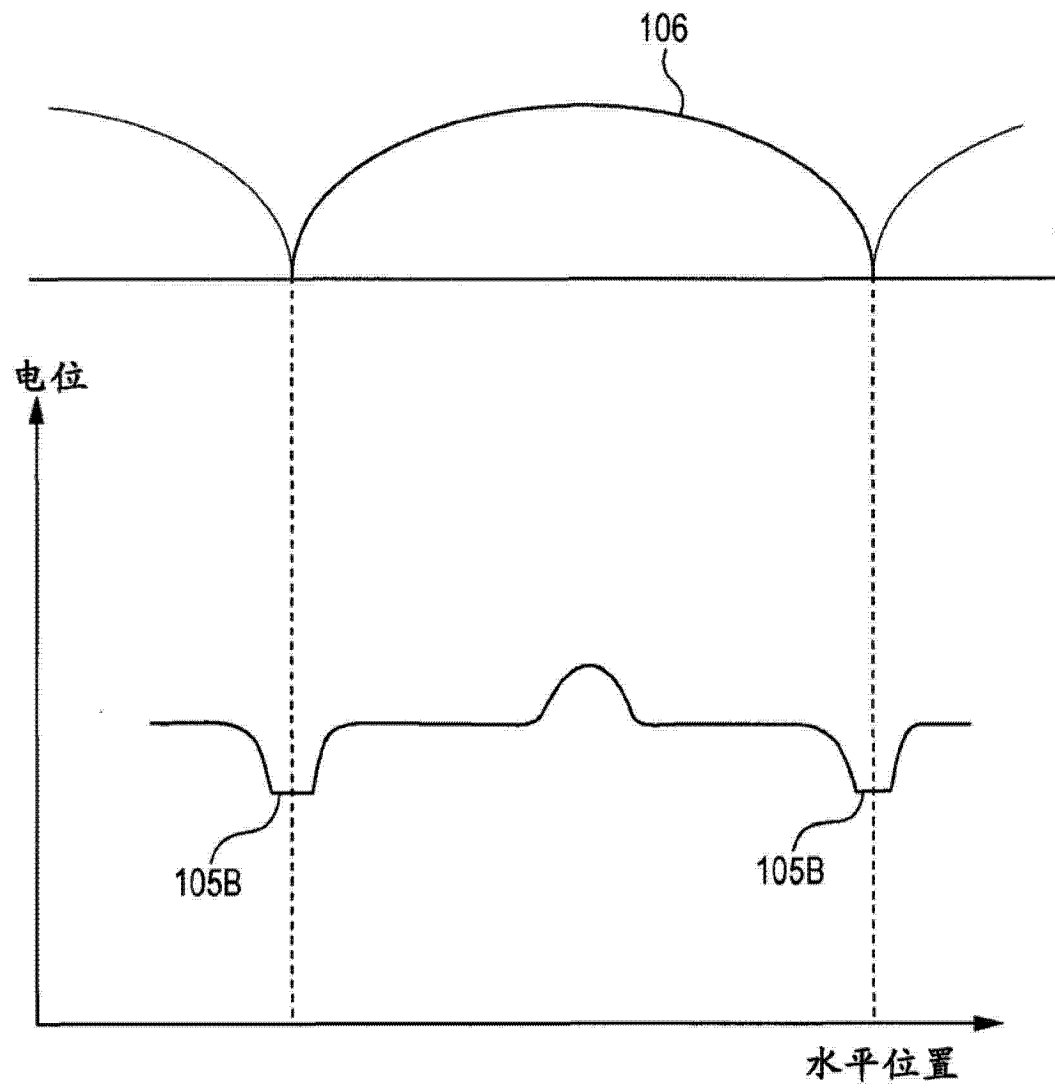


图 10

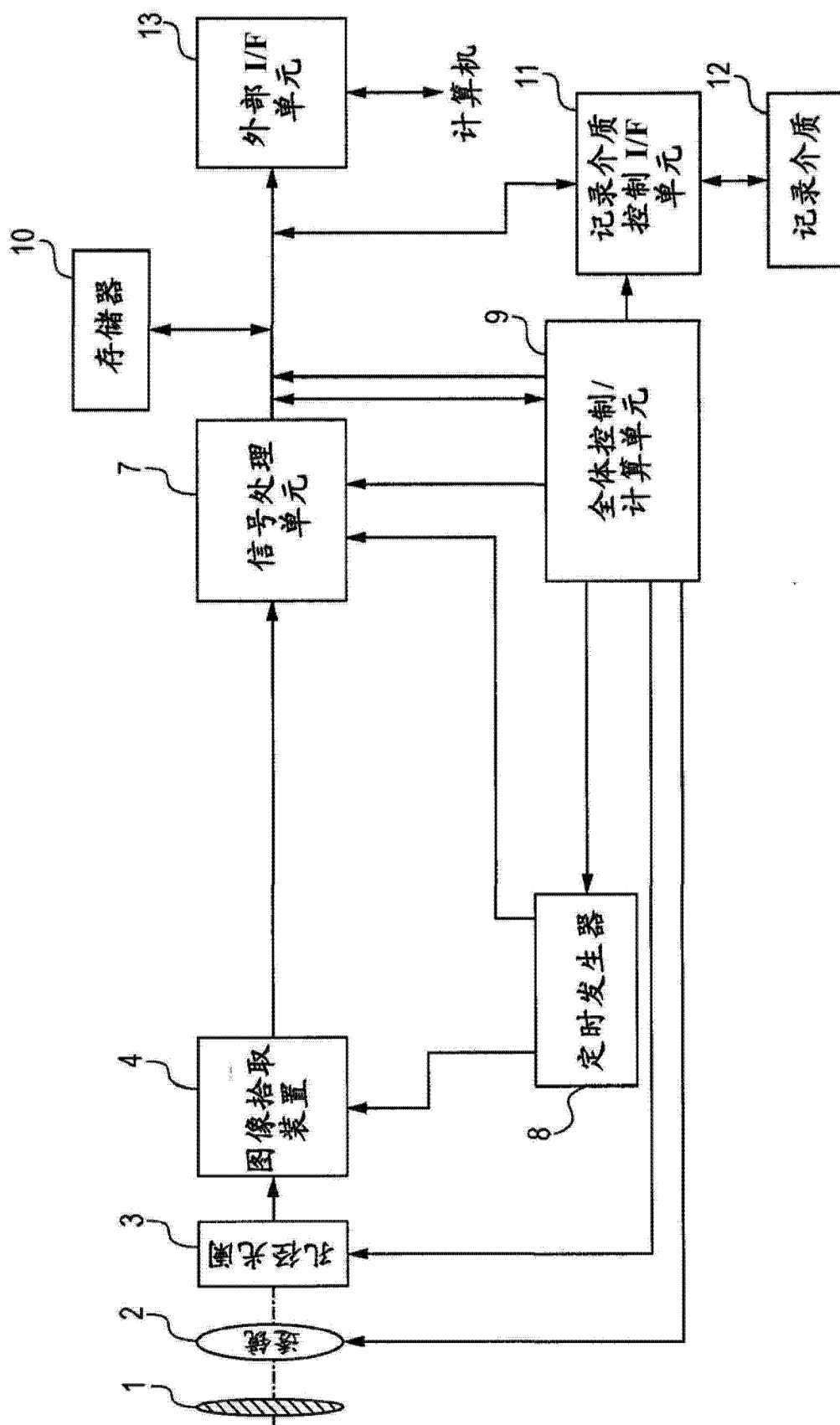


图 11