



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101814515 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201010113151. X

JP 2006324439 A, 2006. 11. 30,

(22) 申请日 2010. 02. 04

审查员 赵伟

(30) 优先权数据

023222/09 2009. 02. 04 JP

(73) 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 山崎知洋

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 周少杰

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006261249 A, 2006. 09. 28,

JP 2006261247 A, 2006. 09. 28,

CN 1681131 A, 2005. 10. 12, 说明书第 12 页
第 25 行至第 15 页第 25 行, 说明书第 29 页第 20
行至第 32 页第 10 行, 图 1-8B, 图 22-25.

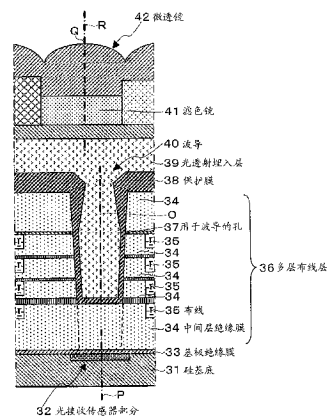
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

固态图像拾取装置和电子装置

(57) 摘要

本发明公开了一种包括多个像素的固态图像拾取装置。多个像素, 每个包括透镜, 用于将通过所述透镜的入射光转换为电信号的光电转换器, 以及提供在所述透镜和所述光电转换器之间的波导。布置所述波导, 使得在光出射侧的至少一部分所述波导的中心在光出射侧的波导的末端部分和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移, 所述主光束通过所述透镜的中心。



1. 一种固态图像拾取装置,包括:

多个像素,每个包括

透镜,

光电转换器,用于将通过所述透镜的入射光转换为电信号,以及

提供在所述透镜和所述光电转换器之间的波导,布置所述波导,使得在光出射侧的至少一部分波导的中心在光出射侧的波导的末端部分和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过所述透镜的中心,

其中所述波导包括第一波导和第二波导,所述第一波导布置在比所述第二波导更接近所述透镜的一侧,所述第二波导布置在比所述第一波导更接近所述光电转换器的一侧,

其中布置所述第一波导,使得所述第一波导的中心与通过所述透镜的中心的中心的主光束重合,并且

其中布置所述第二波导,使得所述第二波导的中心在所述第二波导和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过所述透镜的中心。

2. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取装置,

其中在光出射侧的波导的末端部分具有小于所述光电转换器的区域的区域。

3. 根据权利要求 2 所述的固态图像拾取装置,

其中光出射侧的波导的末端部分与所述光电转换器的光接收表面接触。

4. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取装置,

其中布置所述第二波导,使得所述第二波导的中心与所述光电转换器的区域的重心重合。

5. 根据权利要求 4 所述的固态图像拾取装置,

其中所述第二波导具有在光出射侧的末端部分,其区域小于所述光电转换器的区域,并且在光出射侧的末端部分与所述光电转换器的光接收表面接触。

6. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取装置,

其中所述第一波导具有在光出射侧的末端部分,并且所述第二波导具有在光入射侧的末端部分,在光出射侧的所述第一波导的末端部分与在光入射侧的所述第二波导的末端部分接触。

7. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取装置,

其中所述第一波导和所述第二波导由单一材料制造。

8. 根据权利要求 1 所述的固态图像拾取装置,

其中所述第一波导和所述第二波导由折射率是相同值和相近值之一的材料制造。

9. 一种电子装置,包括:

固态图像拾取装置,包括

多个像素,每个包括透镜、用于将通过所述透镜的入射光转换为电信号的光电转换器、以及提供在所述透镜和所述光电转换器之间的波导,布置所述波导,使得在光出射侧的至少一部分波导的中心在光出射侧的波导的末端部分和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过所述透镜的中心,

其中所述波导包括第一波导和第二波导,所述第一波导布置在比所述第二波导更接近所述透镜的一侧,所述第二波导布置在比所述第一波导更接近所述光电转换器的一侧,

其中布置所述第一波导,使得所述第一波导的中心与通过所述透镜的中心的主光束重合,并且

其中布置所述第二波导,使得所述第二波导的中心在所述第二波导和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过所述透镜的中心。

固态图像拾取装置和电子装置

技术领域

[0001] 本发明涉及固态图像拾取装置和电子装置。具体地,本发明涉及具有波导结构的固态图像拾取装置和包括该固态图像拾取装置的电子装置。

背景技术

[0002] 作为固态图像拾取装置,通常使用所谓的表面入射型固态图像拾取装置。表面入射型的固态图像拾取装置从元件形成部分的布线层侧的表面(前表面)取得入射光,在所述元件形成部分上形成光电转换器。表面入射型的固态图像拾取装置具有这样的结构,其中在光电转换器的区域上提供如布线层、保护膜、滤色镜和微透镜的像素组件。

[0003] 顺便提及,在如表面入射型的固态图像拾取装置的固态图像拾取装置中,直到大约 $1\ \mu\text{m}$ 的像素尺寸(单元尺寸)的小型化不可避免地导致聚焦在微透镜上的图像光(入射光)的光量的降低。此外,因为布线层等插入在微透镜和光电转换器之间,所以在布线层等中显著地产生光量的损失,直到聚焦在微透镜上的光到达光电转换器。结果,显著地劣化像素的敏感性。

[0004] 鉴于此,为了有效地将光引导到光电转换器,也就是说,为了提高光收集效率,已经提出了具有所谓波导结构的各种固态图像拾取装置,其中在像素的中心部分提供波导,并且将光限制在波导中,从而抑制光量的损失(参见,例如,日本专利申请公开 No. 2008-210975)。

发明内容

[0005] 当在表面入射型固态图像拾取装置中像素尺寸日益小型化时,失去了光电转换器或像素晶体管在基底上布局的自由度。结果,在具有波导结构的固态图像拾取装置中,光电转换器的区域的重心从波导或微透镜的中心偏移,这导致与这种一部分入射光偏离光电转换器的区域的程度相对应的光量的损失。

[0006] 鉴于上述情况,希望提供一种具有波导结构的固态图像拾取装置,其能够在通过波导将由微透镜取得的光引导到光电转换器的路径中减少光量的损失,并且提供一种提供有该固态图像拾取装置的电子装置。

[0007] 根据本发明的实施例,提供一种包括多个像素的固态图像拾取装置。所述多个像素每一个包括透镜,用于将通过所述透镜的入射光转换为电信号的光电转换器,以及提供在所述透镜和所述光电转换器之间的波导。布置波导,使得在光出射侧的至少一部分波导的中心在光出射侧的波导的末端部分和所述光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过所述透镜的中心。

[0008] 例如,当整个波导的中心在波导和光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移时,所述主光束通过所述透镜的中心,透镜和波导之间产生的光量的损失比整个波导的中心与透镜的中心重合的情况下稍大。但是因为波导与光电转换器重合的区域大,所以限制在波导中的光被有效地引导到光电转换器的光接收表面。

[0009] 在此情况下,在波导和光电转换器之间产生的光量的损失小于在光电转换器的区域的重心从透镜或波导的中心偏移的情况下在波导和光电转换器之间的光量的损失。因此,通过使用这样的结构,其中波导的中心在波导和光电转换器重叠的区域增加的方向上从主光束偏移时,所述主光束通过所述透镜的中心,可以减小透镜和光电转换器之间的路径(光学路径)中光量的总损失。

[0010] 根据本发明,与光电转换器的区域的重心从透镜或波导的中心偏移的情况相比,可以减小透镜和光电转换器之间的路径中光量的损失。

[0011] 如附图所示,根据以下本发明的最佳模式实施例的详细描述,本发明的这些和其它目的、特征和优点将变得更加明显。

附图说明

[0012] 图 1 是示出应用本发明的 CMOS 图像传感器的示意性结构的系统结构图;

[0013] 图 2 是示出单位像素的电路结构的示例的电路图;

[0014] 图 3 是示出根据本发明的第一实施例的具有波导结构的像素的截面结构的截面图;

[0015] 图 4 是示出根据第一实施例的波导结构中的微透镜、波导和光电二极管之间的位置关系的平面图;

[0016] 图 5 是示出根据第一实施例的具有波导结构的像素的制造方法的步骤的示例的工艺图;

[0017] 图 6 是示出根据第一实施例的制造方法的修改示例的图;

[0018] 图 7 是示出现有技术中具有波导结构的单位像素的截面结构的示例的截面图;

[0019] 图 8 是示出现有技术的波导结构中的微透镜、波导和光电二极管之间的位置关系的平面图;

[0020] 图 9A 和 9B 是示出关于在光接收区域上的能量分布的模拟结果的图,其中比较了现有技术的波导结构的情况(图 9A)和根据第一实施例的波导结构的情况(图 9B);

[0021] 图 10 是示出根据本发明的第二实施例的具有波导结构的像素的截面结构的截面图;

[0022] 图 11 是示出根据第二实施例的波导结构中的微透镜、波导和光电二极管之间的位置关系的平面图;

[0023] 图 12 是示出根据第二实施例的具有波导结构的像素的制造方法的步骤的示例的工艺图(部分 1);

[0024] 图 13 是示出根据第二实施例的具有波导结构的像素的制造方法的步骤的示例的工艺图(部分 2);

[0025] 图 14A 和 14B 是示出关于在光接收区域上的能量分布的模拟结果的图,其中比较了现有技术的波导结构的情况(图 14A)和根据第二实施例的波导结构的情况(图 14B);以及

[0026] 图 15 是示出作为根据本发明的实施例的电子装置的示例的图像拾取装置的结构示例的框图。

具体实施方式

[0027] 下文中,将参照附图详细描述本发明的实施例。应该注意,将以以下项目的顺序给出描述。

[0028] 1. 应用本发明的固态图像拾取装置 (CMOS 图像传感器的示例)

[0029] 2. 第一实施例 (提供单个波导的情况的示例)

[0030] 3. 第二实施例 (提供多个波导的情况的示例)

[0031] 4. 修改示例

[0032] 5. 电子装置 (图像拾取装置的示例)

[0033] <1. 应用本发明的固态图像拾取装置 >

[0034] (系统结构)

[0035] 图 1 是作为应用本发明的一种固态图像拾取装置 (例如, X-Y 地址型的固态图像拾取装置) 的 CMOS 图像传感器的示意性结构的系统结构图。这里, CMOS 图像传感器指通过应用或部分使用 CMOS 工艺形成的图像传感器。

[0036] 如图 1 所示,该应用示例的 CMOS 图像传感器 10 包括在半导体基底 (芯片) 18 上形成的像素阵列部分 11 和在半导体基底 18 上集成的外围电路部分,在该半导体基底 18 上形成像素阵列部分 11。例如,提供垂直驱动部分 12、列处理部分 13、水平驱动部分 14 和系统控制部分 15 作为外围电路部分。

[0037] 在像素阵列部分 11 中,以矩阵型式二维排列每个包括光电转换器 (例如光电二极管) 的单位像素 (未示出) (下文中,可以简称为“像素”)。光电转换器对入射可见光执行到对应于其光量的电荷量的光电转换。此外,对每个像素提供收集入射光的透镜,即,微透镜 (未示出)。在彩色显示的情况下,每个像素提供有滤色镜。随后将描述单位像素的具体结构。

[0038] 此外,在像素阵列部分 11 中,为矩阵型式中的像素排列的每行在图 1 的横向方向 (像素行排列方向,也就是说,水平方向) 形成像素驱动线 16,并且为每列在图 1 的上下 (像素列排列方向,也就是说,垂直方向) 形成垂直信号线 17。在图 1 中,像素驱动线 16 显示为单条线,但是不限于一个。像素驱动线 16 的一端连接到对应于垂直驱动部分 12 的每行的输出端。

[0039] 垂直驱动部分 12 由移位寄存器、地址解码器等形成。这里,未示出垂直驱动部分 12 的具体结构。垂直驱动部分 12 具有读取扫描系统和重置扫描系统。读取扫描系统对单位像素连续执行选择性扫描,其对每一行读取信号。

[0040] 另一方面,重置扫描系统执行重置扫描,其中对于通过读取扫描系统经历读取扫描的读取目标行,在读取扫描之前对应于快门速度的时间段,从读取目标行中的单位像素的光电转换器重置不必要的电荷。通过重置扫描系统的不必要电荷的重置操作,执行所谓的电子快门操作。这里,电子快门操作指放电光电转换器的光电荷并且重新开始曝光 (开始积累光电荷) 的操作。

[0041] 通过由读取扫描系统的读取操作读取的信号对应于最后的读取操作或电子快门操作之后的入射光量。此外,从最后读取操作的读取定时或通过电子快门操作的重置定时到当前读取操作的读取定时的时间段对应于单位像素中光电荷的积累时间段 (曝光时间段)。

[0042] 从已经经历垂直驱动部分 12 的选择性扫描的像素行中的每个单位像素输出的信号通过每条垂直信号线 17 提供到列处理部分 13。对于像素阵列部分 11 的每个像素列，列处理部分 13 对从选择的行中的每个像素 20 输出的模拟像素信号执行预定信号处理。

[0043] 例如，可以使用 CDS（相关倍采样）处理作为由列处理部分 13 执行的信号处理。在 CDS 处理中，取得从选择的行中的每个像素输出的重置电平和信号电平，并且获得那些电平之间的差，从而获得用于一行像素的信号并且移除每个像素的固定模式噪声。列处理部分 13 可以具有数字化模拟像素信号的 AD 转换功能。

[0044] 水平驱动部分 14 由移位寄存器、地址解码器等构成，并且对对应于列处理部分 13 的像素列的电路部分顺次执行选择性扫描。通过由水平驱动部分 14 执行的选择性扫描，顺次输出通过对列处理部分 13 中的每个像素列执行信号处理所获得的像素信号。

[0045] 系统控制部分 15 接收从半导体基底 18 的外部给出的时钟、用于命令操作模式的数据等，并且输出如 CMOS 图像传感器 10 的内部信息的数据。此外，系统控制部分 15 包括生成各种定时信号的定时发生器，并且基于由定时发生器生成的各种定时信号对垂直驱动部分 12、列处理部分 13、水平驱动部分 14 等执行驱动控制。

[0046] （单位像素的电路结构）

[0047] 图 2 是示出单位像素 20 的电路结构的示例的电路图。如图 2 所示，该电路示例中的单位像素 20 包括作为光电转换器的光电二极管 21 和传输晶体管 22、重置晶体管 23、放大器晶体管 24 和选择晶体管 25 的四个晶体管。

[0048] 在该示例中，例如，使用 N 沟道 MOS 晶体管作为四个晶体管 22 到 25 的每一个。但是，传输晶体管 22、重置晶体管 23、放大器晶体管 24 和选择晶体管 25 的传导类型的组合仅是示例，并且可以使用另一组合示例。

[0049] 在单位像素 20 中，为相同像素行中的每个像素共同提供用作像素驱动线 16 的传输线 161、重置线 162 和选择线 163。传输线 161、重置线 162 和选择线 163 的端子连接到对应于每一像素行的垂直驱动部分 12 的像素行的输出端子。

[0050] 光电二极管 21 具有连接到负电源（例如，地）的阳极电极，并且对接收的光执行到对应于其光量的光电荷（在此情况下，光电子）的光电转换。光电二极管 21 具有阴极电极，其通过传输晶体管 22 电连接到放大器晶体管 24 的栅极电极。电连接到放大器晶体管 24 的栅极电极的节点称为 FD（浮置扩散）部分 26。

[0051] 传输晶体管 22 连接在光电二极管 21 的阴极电极和 FD 部分 26 之间。其中高电平（例如，V_{dd} 电平）有效的（下文中，称为“高有效”）传输脉冲 ϕ_{TRF} 通过传输线 161 传送到传输晶体管 22 的栅极电极。结果，传输晶体管 22 变为导通状态，并且将已经经历光电二极管 21 的光电转换的光电荷传输到 FD 部分 26。

[0052] 重置晶体管 23 具有连接到像素电源 V_{dd} 的漏极电极和连接到 FD 部分 26 的源极电极。高有效的重置脉冲 ϕ_{RST} 通过重置线 162 传送到重置晶体管 23 的栅极电极。结果，重置晶体管 23 变为导通状态，并且通过在信号电荷从光电二极管 21 传输到 FD 部分 26 之前将 FD 部分 26 的电荷放电到像素电源 V_{dd} 来重置 FD 部分 26。

[0053] 放大器晶体管 24 具有连接到 FD 部分 26 的栅极电极和连接到像素电源 V_{dd} 的漏极电极。此外，放大器晶体管 24 输出通过重置晶体管 23 执行重置之后的 FD 部分 26 的电势作为重置信号（重置电平）V_{reset}。此外，放大器晶体管 24 输出通过传输晶体管 22 的信

号电荷的传输之后的 FD 部分 26 的电势作为光积累信号（信号电平） V_{sig} 。

[0054] 例如，选择晶体管 25 具有连接到放大器晶体管 24 的源极电极的漏极电极和连接到垂直信号线 17 的源极电极。高有效的选择脉冲 ϕ_{SEL} 通过选择线 163 传送到选择晶体管 25 的栅极电极。结果，选择晶体管 25 变为导通状态，并且在单位像素 20 处于被选择状态的情况下将从放大器晶体管 24 输出的信号中继到垂直信号线 17。

[0055] 应该注意，选择晶体管 25 可以具有连接在像素电源 Vdd 和放大器晶体管 24 的漏极之间的电路结构。

[0056] 此外，单位像素 20 不限于具有由上述四个晶体管构成的像素结构。例如，单位像素 20 可以具有由三个晶体管构成的像素结构，所述三个晶体管之一兼作放大器晶体管 24 和选择晶体管 25，并且像素电路的结构不受限。

[0057] （光瞳校正）

[0058] 提供具有上述结构的 CMOS 图像传感器 10，并且用作用于具有图像拍摄功能的电子装置（如数字静态相机、摄像机和移动电话）的图像拾取设备。通常，在使用中，为了降低边缘暗化（limb darkening）的目的，称为光瞳校正（pupil correction）的已知技术应用用于其出瞳距离短的薄相机透镜。

[0059] 光瞳校正如下技术。也就是说，首先，在作为成像表面的像素阵列部分 11 的中心部分，取得各个像素 20 上的入射光的微透镜的中心与光电二极管 21 的开口的中心（也就是说，光电二极管 21 的区域重心）重合。这里，透镜由围绕轴旋转对称的平面形成，并且旋转对称的轴用作光轴。此外，旋转对称的轴与透镜的球面相交的点对应于微透镜的中心。顺便提及，像素阵列部分 11 的中心的像素位置称为 0% 的图像高度。

[0060] 另一方面，在像素阵列部分 11 的外围部分，微透镜的中心的中心部分在主光束方向上从光电二极管 21 的开口的中心向外偏移。这里，主光束指通过微透镜的中心的一条光束。此外，通过每个像素的微透镜的中心的中心部分的主光束与像素阵列部分 11 的中心部分的微透镜的光轴重合。同时，通过每个像素的微透镜的中心的中心部分的主光束相对于像素阵列部分 11 的外围部分中的光轴倾斜。顺便提及，像素阵列部分 11 的外围部分的角，也就是说，离像素阵列部分 11 的中心最远的像素位置称为 100% 的图像高度。

[0061] 如上所述，在像素阵列部分 11 的外围部分中在微透镜的中心位置和光电二极管 21 的开口的中心之间提供偏移的技术是光瞳校正。通过使用光瞳校正的技术，相机透镜越来越薄。因此，即使当在微透镜上的入射光以各种角度进入成像表面时，在光电二极管 21 的开口部分周围也可以避免光的机械晕影（mechanical vignetting）。结果，在整个像素阵列部分 11（整个成像表面）上的各个像素 20 的光收集效率可以几乎是相同的，因此可以改进灵敏度的整体性能。

[0062] 上述本发明的应用示例的 CMOS 图像传感器 10 具有波导结构，其中为了有效地将像素 20 上的入射光引导到光电二极管 21（也就是说，提高光收集效率）的目的，在像素的中心部分提供波导。此外，本发明的特征在于，用于通过具有波导结构的 CMOS 图像传感器 10 中的波导，减少将由微透镜取得的光引导到光电二极管 21 的路径（光学路径）中光量的损失的结构。对于用于减少光量的损失的具体实施例将给出描述。

[0063] <2. 第一实施例>

[0064] （像素结构）

[0065] 图 3 是示出根据本发明的第一实施例的具有波导结构的像素的截面结构的截面图。这里,为了附图的简化,示出在像素阵列部分 11 的中心部分布置的某一单位像素 20 的波导结构。图 4 是示出根据第一实施例的波导结构中的微透镜、波导和光电二极管之间的位置关系的平面图。

[0066] 在图 3 中,在半导体基底的部分(例如,硅基底 31)中,形成执行光电转换的光接收传感器部分(光电转换器)32。光接收传感器部分 32 形成为由例如在其表面侧的 P 型扩散层和 N 型扩散层构成的二极管(对应于图 2 中示出的光电二极管 21)。光接收传感器部分 32 可以具有这样的结构,其中表面进一步覆盖有由 P 型扩散层形成的空穴积累层。

[0067] 在硅基底 31 上,通过底部绝缘膜 33 形成中间层绝缘膜 34。在中间层绝缘膜 34 的表面侧,通过在槽模(groove pattern)中嵌入导电材料形成布线 35。此外,在槽模式中重复执行中间层绝缘膜 34 的形成和布线 35 的形成,并且在末端形成中间层绝缘膜 34,从而形成多层布线层 36。

[0068] 在位于光接收传感器部分 32(光电二极管 21)之上的一部分多层布线层 36 中,形成用于波导的孔 37。形成孔 37 的中心(也就是说,孔 37 的横截面部分的中心)O,以希望与光接收传感器部分 32 的开口的中心(也就是说,光接收传感器部分 32 的区域的中心)P 重合。此外,形成孔 37,使得其底部部分的区域小于光接收传感器部分 32 的区域。

[0069] 在孔 37 内部,沿着内壁表面(也就是说,多层布线层 36 的暴露表面)形成波导膜 38。然后,在波导膜 38 的内侧埋入光透射埋入层(透明膜)39,从而形成波导 40。结果,孔 37 的中心 O 对应于波导 40 的中心。因此,波导 40 的中心 O 与光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合。这里,波导 40 的中心指波导 40 的横截面的中心。此外,在光出射侧(图 3 的下侧)的波导 40 的末端部分的区域小于光接收传感器部分 32 的区域。

[0070] 在波导 40 之上,形成预定颜色的滤色镜 41。在滤色镜 41 上提供透镜,具体地,称为片上(on-chip)透镜的微透镜 42。这里,尽管波导 40 的中心 O 与光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合,但是形成微透镜 42 的中心 Q,以便与波导 40 的中心 O 偏移。

[0071] 此时,波导 40 的中心 O 在波导 40 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过微透镜 42 的中心 Q。这里,在像素阵列部分 11 的中心部分,因为光平行于包括中心 Q 的光轴 R 进入微透镜 42,所以通过中心 Q 的主光束与光轴 R 重合。

[0072] 另一方面,在像素阵列部分 11 的外围部分,因为光相对于包括中心 Q 的光轴 R 倾斜地进入微透镜 42,所以通过中心 Q 的主光束具有相对于光轴 R 的角度。因此,在使用上述光瞳校正技术的 CMOS 图像传感器中,为了波导 40 的中心 O 相对于微透镜 42 的中心 Q 的偏移,通过中心 Q 的主光束用作参考,代替使用中心 Q 或微透镜 42 的光轴 R 作为参考。

[0073] (制造方法)

[0074] 随后,参照图 5 的工艺图,将给出关于具有根据第一实施例的波导结构的像素的制造方法的步骤示例的描述。在图 5 中,与图 3 的组件相同的组件用相同的参考标号表示。

[0075] (步骤 1:直到多层布线层 36 的形成)

[0076] 在硅基底 31 上,在形成光接收传感器部分 32 的基底部分中,形成底部绝缘膜 33。接下来,在底部绝缘膜 33 上,形成中间层绝缘膜 34,然后在中间层绝缘膜 34 的表面侧上形

成槽模。在槽模中,例如,嵌入金属,从而形成布线 35。重复执行在槽模中中间层绝缘膜 34 的形成和布线 35 的形成,结果形成多层布线层 36。

[0077] (步骤 2:用于波导的孔 37 的形成)

[0078] 接下来,通过使用例如基于 CF 的气体执行干蚀刻,从而通过使用抗蚀剂掩模(resist mask)51 在多层布线层 36 中形成用于波导的孔 37。在此情况下,布置孔 37,使得用于波导的孔 37 与光接收传感器部分 32 重叠的区域大。结果,定位波导 40 的中心 O 以便不对应于微透镜 42 的中心 Q(光轴 R)。希望设置波导 40 的中心 O 从微透镜 42 的中心 Q 的偏移量在此情况下为大约 10 到 200nm,用于最小化光量的损失。

[0079] 此外,为了避免由金属制造的布线层 35 暴露到外部,可以采用以下两种制造方法。一种是形成用于波导的孔 37 的直径为小尺寸以维持波导 40 和布线 35 之间的距离的方法。另一种是形成保护层 52 的方法,该保护层 52 由其蚀刻率与多层布线层 36 的中间层绝缘膜 34 的蚀刻率不同的材料(具体地,其蚀刻率低于中间层绝缘膜 34 的蚀刻率的材料(难以蚀刻的材料))制成,如图 6 所示。这里,蚀刻率指每次当蚀刻蚀刻目标膜时每单元的比率。

[0080] (步骤 3:波导膜 38 的形成)

[0081] 接下来,在多层布线层 36 上和在用于波导的孔 37 的内壁上,也就是说,在多层布线层 36 的暴露表面上形成波导膜 38。波导膜 38 可以由用于现有技术中的波导结构的已知材料制造。

[0082] (步骤 4:用于波导的孔 37 中的埋入)

[0083] 接下来,通过波导膜 38 在用于波导的孔 37 中埋入光透射材料,从而形成光透射埋入层 39。作为在此情况下要埋入的光透射材料,可以使用现有技术中用在波导结构中的已知材料,也就是说,具有高折射率的材料。波导膜 38 和光透射埋入层 39 构成波导 40。

[0084] (步骤 5:滤色镜 41 和微透镜 42 的形成)

[0085] 最后,为每个像素通过光透射埋入层 39 在多层布线层 36 上形成对应于每个子像素的滤色镜 41,然后为每个像素在滤色镜 41 上形成微透镜 42。

[0086] (操作和效果)

[0087] 如上所述,根据第一实施例的波导结构具有这样的结构,其中波导 40 的中心 O 在波导 40 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过微透镜 42 的中心 Q。此外,使用根据第一实施例的波导结构,可以实现以下操作和效果。

[0088] 也就是说,当使用根据该实施例的波导结构时,微透镜 42 和波导 40 之间导致的光量的损失稍大于在波导 40 的中心 O 与微透镜 42 的中心 Q 重合的情况下的光量的损失。同时,波导 40 与光接收传感器部分 32 重叠的区域大,因此在波导 40 中收集(限制)的光有效地引导到光接收传感器部分 32 的光接收表面。

[0089] 这里,如图 7 和 8 所示,波导 40 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失小于在光接收传感器部分 32 的区域重心 P 从微透镜 42 的中心 Q 或波导 40 的中心 O 偏移情况下的波导 40 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失。具体地,波导 40 的中心 O 和光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合,并且在光出射侧的波导 40 的末端部分的区域小于光接收传感器部分 32 的区域。为此,可以最小化波导 40 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失。

[0090] 因此,通过使用根据该实施例的像素结构,其中波导 40 的中心 O 从通过微透镜 42 的中心 Q 的主光束偏移,可能减小在微透镜 42 和光接收传感器部分 32 之间的路径(光学路径)中总的光量的损失。也就是说,在微透镜 42 和光接收传感器部分 32 之间的路径中的光量的损失可以减小到比光接收传感器部分 32 的区域重心 P 从微透镜 42 的中心 Q 或波导 40 的中心 O 偏移情况下更大的程度,如图 7 和 8 所示。在图 7 和 8 中,与图 3 和 4 中所示的相同的组件由相同的参考标号或符号表示。

[0091] 图 9A 和 9B 是示出关于在光接收传感器部分 32 的光接收区域上的能量分布的模拟结果的图。在图 9A 和 9B 中,比较现有技术的波导结构的情况(图 9A)和根据第一实施例的波导结构的情况(图 9B)。

[0092] 在 CMOS 图像传感器 10 用于彩色显示的情况下,作为形成彩色图像的单位的一个像素由多个子像素构成,并且子像素对应于像素 20。更具体地,一个像素由三个子像素构成,也就是说,接收红色(R)光的子像素、接收绿色(G)光的子像素和接收蓝色(B)光的子像素。

[0093] 图 9A 和 9B 示出一个像素由两个 G 子像素、一个 R 子像素和一个 B 子像素构成的情况。此外,在图 9A 和 9B 中,G 子像素的光接收区域(光接收传感器部分 32 的区域)32G 每个由实线指示,R 子像素的光接收区域 32R 由虚线指示,并且 B 子像素的光接收区域 32B 由点划线指示。此外,在该模拟结果中,进入两个 G 子像素的光接收区域 32G 的绿光的能量分布显示为子像素的代表。

[0094] 如图 9A 所示,在现有技术示例的波导结构的情况下,其中光接收传感器部分 32 的区域重心 P 从微透镜 42 的中心 Q 或波导 40 的中心 O 偏移,进入光接收区域 32G 的光部分地离开(偏离)光接收区域 32G。结果,在波导 40 和光接收传感器部分 32 之间生成对应于偏离程度的光量的损失,其劣化像素的灵敏度(平行光学灵敏度)。

[0095] 相反,在根据本实施例的波导结构的情况下,如从图 9B 显而易见,可能避免光接收区域 32G 上的入射光离开光接收区域 32G。这是因为,具体地,波导 40 的中心 O 和光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合,并且在光出射侧的波导 40 的末端部分的区域小于光接收传感器部分 32 的区域。此外,可以通过抑制光量离开光接收区域 32G 来改进像素的灵敏度。

[0096] 如上所述,通过使用根据该实施例的波导结构,与现有技术示例的波导结构相比可以改进灵敏度。因此,可能响应像素尺寸的进一步小型化。具体地,当促进像素尺寸的进一步小型化时,不丧失基底上光接收传感器部分 32 或像素晶体管(图 2 的晶体管 22 到 25)的布局的自由度。结果,即使当光接收传感器部分 32 的区域重心 P 从微透镜 42 的中心 Q 偏移时,也可能最小化由于部分的入射光从光接收传感器部分 32 偏离导致的灵敏度的劣化,这可以有有助于像素尺寸的进一步小型化。

[0097] 应该注意,在该实施例中,设置在光出射侧的波导 40 的末端部分的位置直到多层布线层 36 的最低层中的布线 35 的位置,但是不限于此。例如,如由图 3 的虚线所示,在光出射侧的波导 40 的末端部分的位置可以设为与光接收传感器部分 32 的光接收表面接触的位置。使用该结构,与图 3 的结构的情况相比,其中在光出射侧的波导 40 的末端部分远离光接收传感器部分 32 的光接收表面,可以抑制波导 40 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失。

[0098] <3. 第二实施例 >

[0099] (像素结构)

[0100] 图 10 是示出具有根据本发明的第二实施例的波导结构的像素的截面结构的截面图。在图 10 中,与图 3 所示的相同的组件由相同的参考标号或符号表示。

[0101] 这里,为了附图的简化,示出在像素阵列部分 11 的中心部分布置的某一单位像素 20 的波导结构。图 11 是示出根据第二实施例的波导结构中的微透镜、波导和光电二极管之间的位置关系的平面图。

[0102] 在第一实施例的波导结构中,波导 40 具有单级结构,并且波导 40 的中心 O 在波导 40 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过微透镜 42 的中心 Q。

[0103] 相反,在第二实施例的波导结构中,首先,波导 40 设为具有多级结构,例如,两级结构。具体地,波导 40 具有第一波导 40A 和第二波导 40B 的两级结构。第一波导 40A 布置在接近微透镜 42 一侧(图 10 中的上侧),并且第二波导 40B 布置在接近光接收传感器部分 32 的一侧(图 10 中的下侧)。

[0104] 在具有两级结构的波导 40 中,定位第一波导 40A 的中心 O1 以便与通过微透镜 42 的主光束重合(在该示例中,与光轴 R 重合)。这里,第一波导 40A 的中心 O1 指第一波导 40A 的横截面的中心。此外,在光出射侧的第一波导 40A 的末端部分与在光入射侧的第二波导 40B 的末端部分接触。

[0105] 另一方面,第二波导 40B 的中心 O2 在波导 40 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过微透镜 42 的中心。这里,第二波导 40B 的中心 O2 指第二波导 40B 的横截面的中心。

[0106] 更具体地,为了最小化第二波导 40B 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失,希望形成第二波导 40B,使得第二波导 40B 的中心 O2 与光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合。此外,在光出射侧的第二波导 40B 的末端部分的区域(图 10 中的下端部分)设为小于光接收传感器部分 32 的光接收区域,并且在光出射侧的末端部分与光接收传感器部分 32 的光接收表面接触(实际上,在底部绝缘膜 33 插入其间的状态下接触)。

[0107] (制造方法)

[0108] 随后,参照图 12 和 13 每个的工艺图,将给出关于具有根据第二实施例的波导结构的像素的制造方法的步骤示例的描述。在图 12 和 13 中,与图 10 的组件相同的组件用相同的参考标号表示。

[0109] (步骤 1:直到最底层中的中间层绝缘膜 34 的形成)

[0110] 在硅基底 31 上,在形成光接收传感器部分 32 的基底部分中,形成底部绝缘膜 33。接下来,在底部绝缘膜 33 上,形成多层布线层 36 的最低层中的中间层绝缘膜 34。

[0111] (步骤 2:用于第二波导 40B 的孔 37B 的形成)

[0112] 接下来,通过使用例如基于 CF 的气体执行干蚀刻,从而通过使用抗蚀剂掩模 51B 在最低的中间层绝缘膜 34 中形成用于第二波导 40B 的孔 37B。在此情况下,布置用于第二波导 40B 的孔 37B,使得孔 37B 与光接收传感器部分 32 重叠的区域大。

[0113] (步骤 3:用于第二波导 40B 的孔 37B 中的埋入)

[0114] 接下来,在用于第二波导 40B 的孔 37B 中,通过 CVD(化学蒸镀)方法等埋入如 SiN

的光透射材料,从而形成第二光透射埋入层(透明膜)39B。第二光透射埋入层 39B 形成第二波导 40B。希望设置在光出射侧的第二波导 40B 的末端部分(下端部分)的区域小于光接收传感器部分 32 的光接收区域。

[0115] (步骤 4:压平)

[0116] 通过 CMP(化学机械抛光)等抛光埋入用于第二波导 40B 的孔 37B 中的第二光透射埋入层 39B 的表面,从而压平表面。

[0117] (步骤 5:多层布线层 36 的形成)

[0118] 接下来,在第二光透射埋入层 39B 上形成中间层绝缘膜 34,然后在中间层绝缘膜 34 的表面侧形成槽模。在槽模中,例如,嵌入金属,从而形成布线 35。重复执行在槽模中中间层绝缘膜 34 的形成和布线 35 的形成,并且最终形成中间层绝缘膜 34,结果形成多层布线层 36。

[0119] (步骤 6:用于第一波导 40A 的孔 37A 的形成)

[0120] 接下来,通过使用例如基于 CF 的气体执行干蚀刻,从而通过使用抗蚀剂掩模 51A 形成用于第一波导 40A 的孔 37A。在此情况下,布置用于第一波导 40A 的孔 37A,使得孔 37A 的中心(第一波导 40A 的中心 O1)与微透镜 42 的中心 Q(光轴 R)重合。

[0121] (步骤 7:波导膜 38 的形成)

[0122] 接下来,在多层布线层 36 上和用于第一波导 40A 的孔 37A 的内壁上,也就是说,在多层布线层 36 的暴露表面上形成波导膜 38。波导膜 38 可以由用于现有技术中的波导结构的已知材料制造。

[0123] (步骤 8:用于第一波导 40A 的孔 37A 中的埋入)

[0124] 接下来,通过波导膜 38 在用于波导 40A 的孔 37A 中埋入光透射材料,从而形成光透射埋入层 39A。波导膜 38 和第一光透射埋入层 39A 形成第一波导 40A。

[0125] 这里,作为要埋入用于第一波导 40A 的孔 37A 中的光透射材料,也就是说,作为第一波导 40A 的材料,可以使用现有技术中用于波导结构的已知材料,也就是说,具有高折射率的材料。但是,希望第一波导 40A 由与第二波导 40B 相同的材料制作。此外,希望第一波导 40A 的材料具有与第二波导 40B 的材料的折射率相同或接近的折射率。

[0126] 通过用单一材料形成第一波导 40A 和第二波导 40B,可以消除从第一波导 40A 到第二波导 40B 的光学路径中的反射。此外,当第一波导 40A 的材料和第二波导 40B 的材料具有相同或接近的折射率时,可以避免在从第一波导 40A 到第二波导 40B 的光学路径中生成导致折射的分界面(interface)。结果,可以最小化第一波导 40A 和第二波导 40B 之间生成的光量的损失。

[0127] (步骤 9:滤色镜 41 和微透镜 42 的形成)

[0128] 最后,为每个像素通过第一光透射埋入层 39A 在多层布线层 36 上形成对应于每个子像素的滤色镜 41,然后为每个像素在滤色镜 41 上形成微透镜 42。

[0129] (操作和效果)

[0130] 如上所示,在根据第二实施例的波导结构中,波导 40 具有例如两级结构,并且第二波导 40B 的中心 O2 在波导 40 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的方向上从主光束偏移,所述主光束通过微透镜 42 的中心 Q。此外,使用根据第二实施例的波导结构,可以实现以下操作和效果。

[0131] 也就是说,与图 7 所示的现有技术示例中的波导结构的情况相比,这种第二波导 40B 和光接收传感器部分 32 重叠的区域增加的布局可以进一步抑制第二波导 40B 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失。具体地,第二波导 40B 的中心 O2 与光接收传感器部分 32 的区域重心 P 重合,并且在光出射侧的第二波导 40B 的末端部分的区域设为小于光接收传感器部分 32 的光接收区域,结果可以最小化第二波导 40B 和光接收传感器部分 32 之间的光量的损失。

[0132] 此外,因为第一波导 40A 的中心 O1 与通过微透镜 42 的中心的中心的主光束重合,所以与第一实施例的波导结构的情况相比,可以抑制微透镜 42 和第一波导 40A 之间的光量的损失。结果,尽管在第一波导 40A 和第二波导 40B 之间生成光量的微小损失,但是进入微透镜 42 的光可以经由第一波导 40A 和第二波导 40B 有效地引导到光接收传感器部分 32,因为第一和第二波导 40A 和 40B 的末端部分相互接触。

[0133] 图 14A 和 14B 是示出关于在光接收传感器部分 32 的光接收区域上的能量分布的模拟结果的图。在图 14A 和 14B 中,比较现有技术的波导结构的情况(图 14A)和根据第二实施例的波导结构的情况(图 14B)。

[0134] 图 14A 和 14B 示出一个像素由两个 G 子像素、R 子像素和 B 子像素构成的情况。此外,在图 14A 和 14B 中,G 子像素的光接收区域(光接收传感器部分 32 的区域)32G 每个由实线指示,R 子像素的光接收区域 32R 由虚线指示,并且 B 子像素的光接收区域 32B 由点划线指示。此外,在该模拟结果中,进入两个 G 子像素的光接收区域 32G 的绿光的能量分布显示为子像素的代表。

[0135] 如图 14A 所示,在现有技术示例的波导结构的情况下,其中光接收传感器部分 32 的区域重心 P 从微透镜 42 的中心 Q 或波导 40 的中心 O 偏移,进入光接收区域 32G 的光部分地离开(偏离)光接收区域 32G。结果,在波导 40 和光接收传感器部分 32 之间生成对应于偏离程度的光量的损失,其劣化像素的灵敏度(平行光学灵敏度)。

[0136] 相反,在根据第二实施例的波导结构的情况下,如从图 14B 显而易见,与第一实施例的波导结构的情况相比,可能进一步避免光接收区域 32G 上的入射光离开光接收区域 32G。具体地,这是因为采用这样的布局,其中在第一波导 40A 的中心 O1 和通过微透镜 42 的中心的中心的主光束重合,并且第二波导 40B 与光接收传感器部分 32 重叠的区域增加。

[0137] 如上所述,通过使用根据第二实施例的像素结构,与第一实施例的像素结构相比可以进一步改进灵敏度。因此,可能响应像素尺寸的进一步小型化。具体地,即使当促进像素尺寸的进一步小型化时,并且即使当光接收传感器部分 32 的区域重心 P 偏离微透镜 42 的中心 Q 时,也可能最小化由于偏离的灵敏度劣化,这可以有助于像素尺寸的进一步小型化。

[0138] <4. 修改示例>

[0139] 在上面的实施例中,使用采用光瞳校正技术的 CMOS 图像传感器作为应用本发明的固态图像拾取装置。然而,本发明的应用不限于采用光瞳校正技术的 CMOS 图像传感器。也就是说,第一和第二实施例的技术也可以应用于不使用光瞳校正技术的 CMOS 图像传感器。

[0140] 此外,在上面的实施例中,描述了应用到 CMOS 图像传感器的示例。然而,应用不限于 CMOS 图像传感器。具体地,可能将本发明应用于一般的 X-Y 地址型的固态图像拾取装

置,其中以矩阵形式排列单位像素,所述单位像素检测对应于可见光量的电荷作为物理量,并且输出其作为电信号。此外,除了 X-Y 地址型的固态图像拾取装置,本发明还可以应用于电荷传输型的固态图像拾取装置,其以 CCD(电荷耦合器件)图像传感器为代表。

[0141] 应该注意,固态图像拾取装置可以具有单芯片的形式,或可以具有包括图像拍摄功能的模块状形式,其中图像拾取部分和信号处理部分或光学系统共同封装。

[0142] <5. 电子装置>

[0143] 本发明不但可以应用于固态图像拾取装置,而且可以应用于如图像拾取装置的电子装置。在此情况下,电子装置指移动装置,例如,如数字静态相机和摄像机的图像拾取装置(相机系统)、具有图像拍摄功能的移动电话、或 PDA(个人数字助理)。应该注意,提供到电子装置的模块状形式(即,相机模块)可以用作图像拾取装置。

[0144] (图像拾取装置)

[0145] 图 15 是示出应用本发明的图像拾取装置的结构示例的框图。如图 15 所示,图像拾取装置 100 包括具有透镜组 101 的光学系统、图像传感器 102、用作相机信号处理部分的 DSP 电路 103、帧存储器 104、显示装置 105、记录装置 106、操作系统 107 和电源系统 108。在那些组件中,DSP 电路 103、帧存储器 104、显示装置 105、记录装置 106、操作系统 107 和电源系统 108 通过总线 109 相互连接。

[0146] 透镜组 101 从被摄体收集入射光(图像光),并且在图像传感器 102 的成像表面形成图像。图像传感器 102 将由透镜组 101 在成像表面上成像的入射光的量转换为用于每个像素的电信号,并且将其输出为像素信号。使用 CMOS 图像传感器作为图像传感器 102,其中多个像素每个具有根据第一或第二实施例的波导结构。

[0147] 显示装置 105 由如液晶显示装置和有机 EL(电致发光)显示装置的平板型显示装置形成,并且显示由图像传感器 102 拍摄的运动图像或静态图像。记录装置 106 将由图像传感器 102 拍摄的运动图像或静态图像记录在如录像带和 DVD(数字多功能盘)的记录介质上。

[0148] 操作系统 107 在使用图像拾取装置的用户控制下,给出用于图像拾取装置的各种功能的操作命令。电源系统 108 适当地提供各种电源作为到 DSP 电路 103、帧存储器 104、显示装置 105、记录装置 106 和操作系统 107 的操作源。

[0149] 如上所述的图像拾取装置 100 应用于用于移动装置(如摄像机、数字静态相机和移动电话)的相机模块。通过使用根据第一或第二实施例的 CMOS 图像传感器作为图像拾取装置 100 的图像传感器 102,可以提高 CMOS 图像传感器的灵敏度,从而使得可能响应于像素尺寸的最小化。结果,可以随着像素数目的增加一起提供用高分辨率显示的拍摄图像。

[0150] 本申请包含涉及于 2009 年 2 月 4 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2009-023222 中公开的主题,在此通过引用并入其全部内容。

[0151] 本领域技术人员应当理解,依赖于设计需求和其他因素可以出现各种修改、组合、子组合和更改,只要它们在权利要求或其等效物的范围内。

10 CMOS 图像处理器

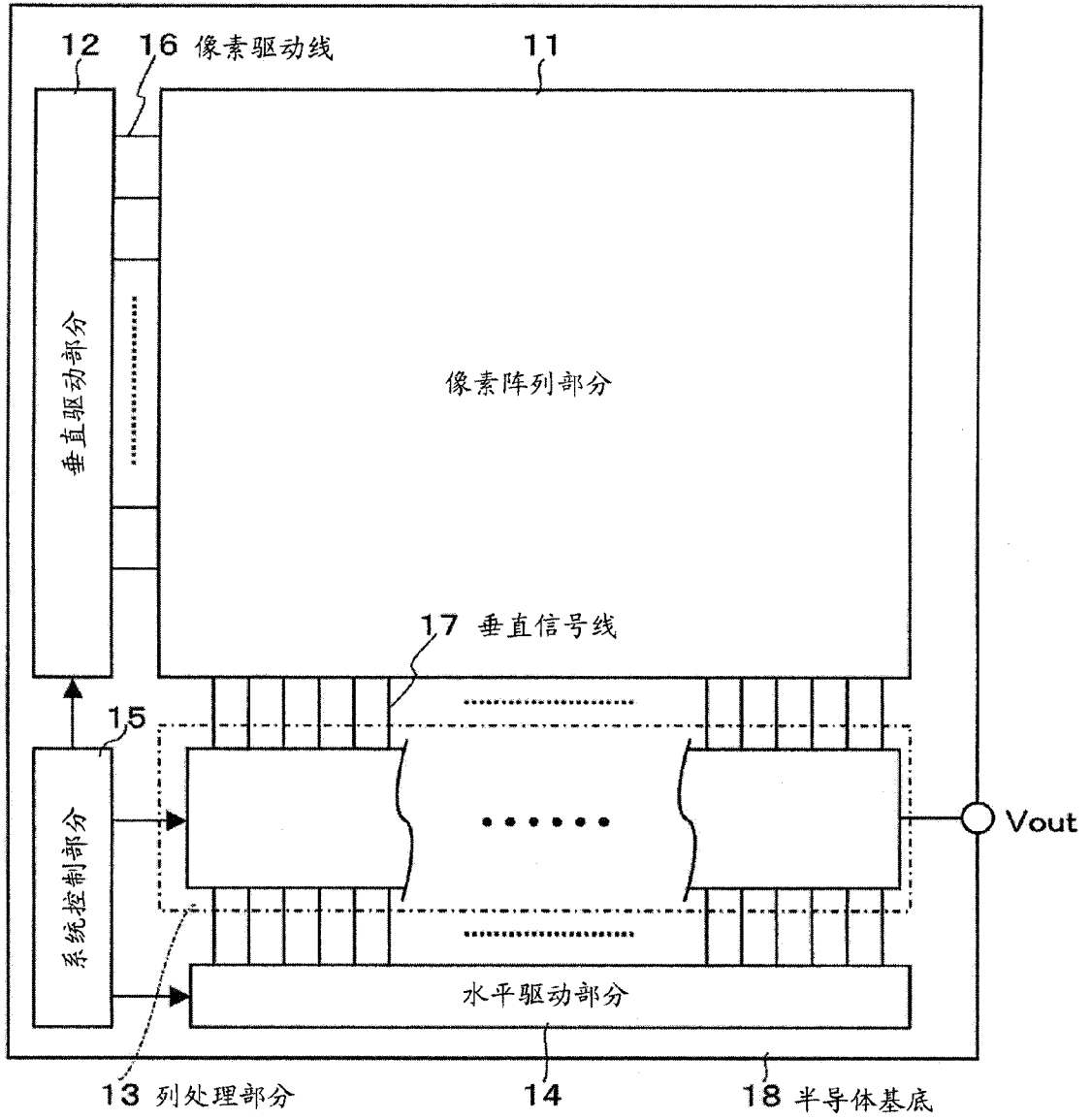
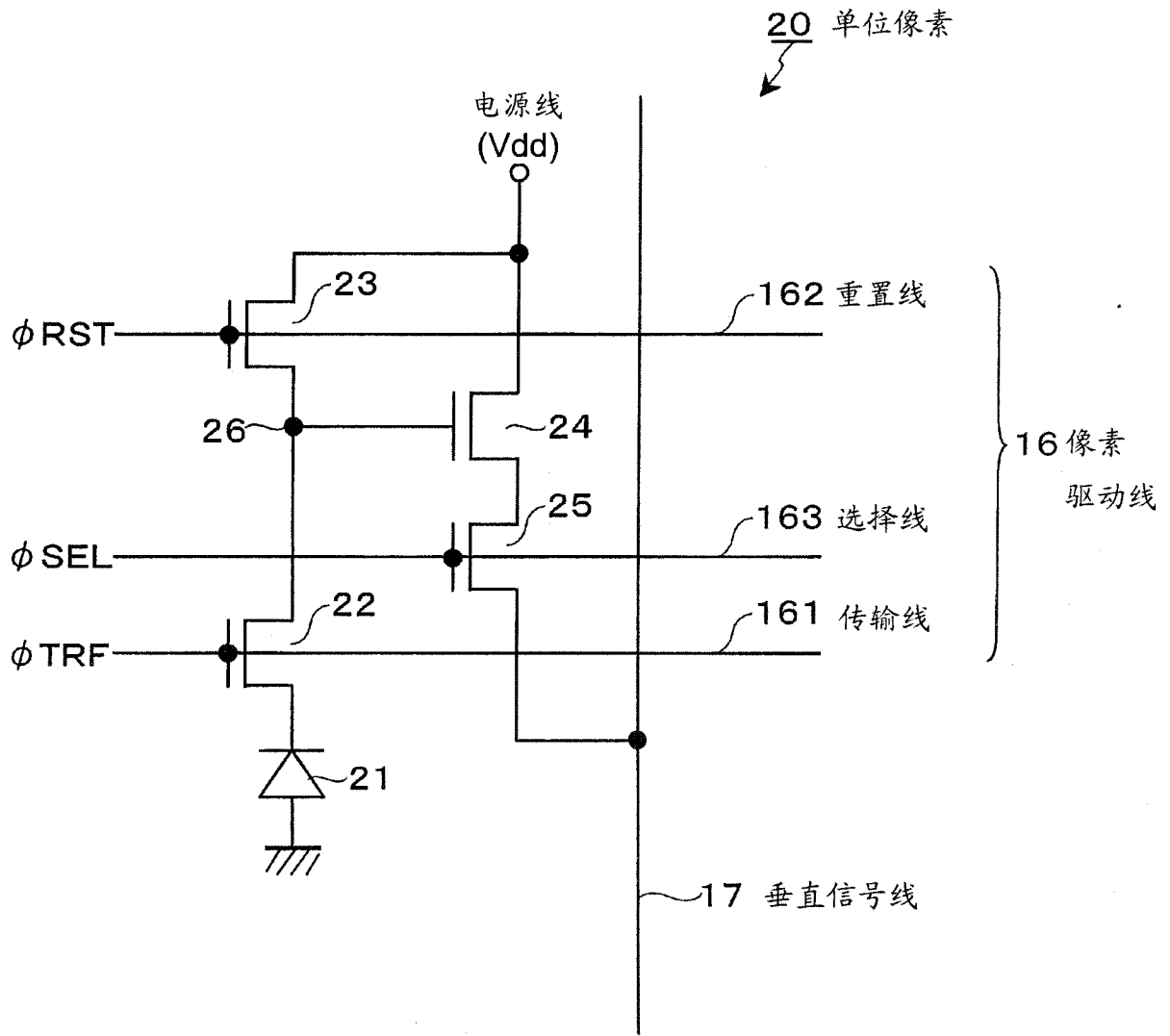


图 1



- 21 光电二极管
- 22 传输晶体管
- 23 重置晶体管
- 24 放大器晶体管
- 25 选择晶体管
- 26 浮置扩散 (FD)

图 2

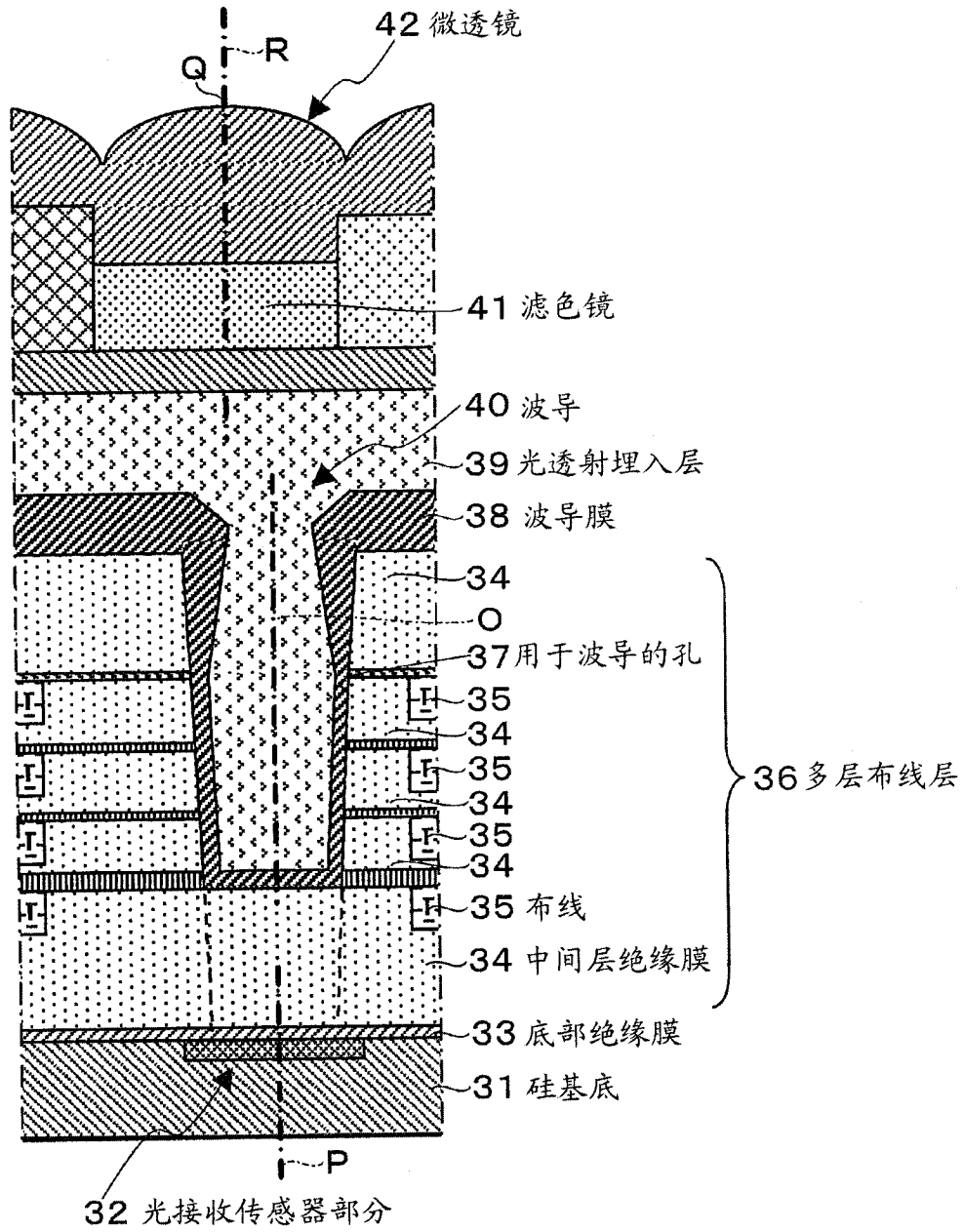


图 3

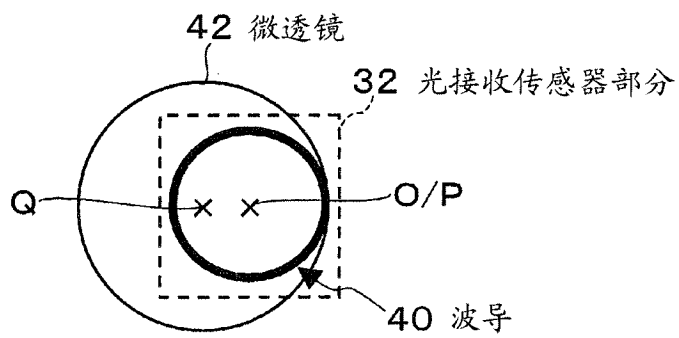


图 4

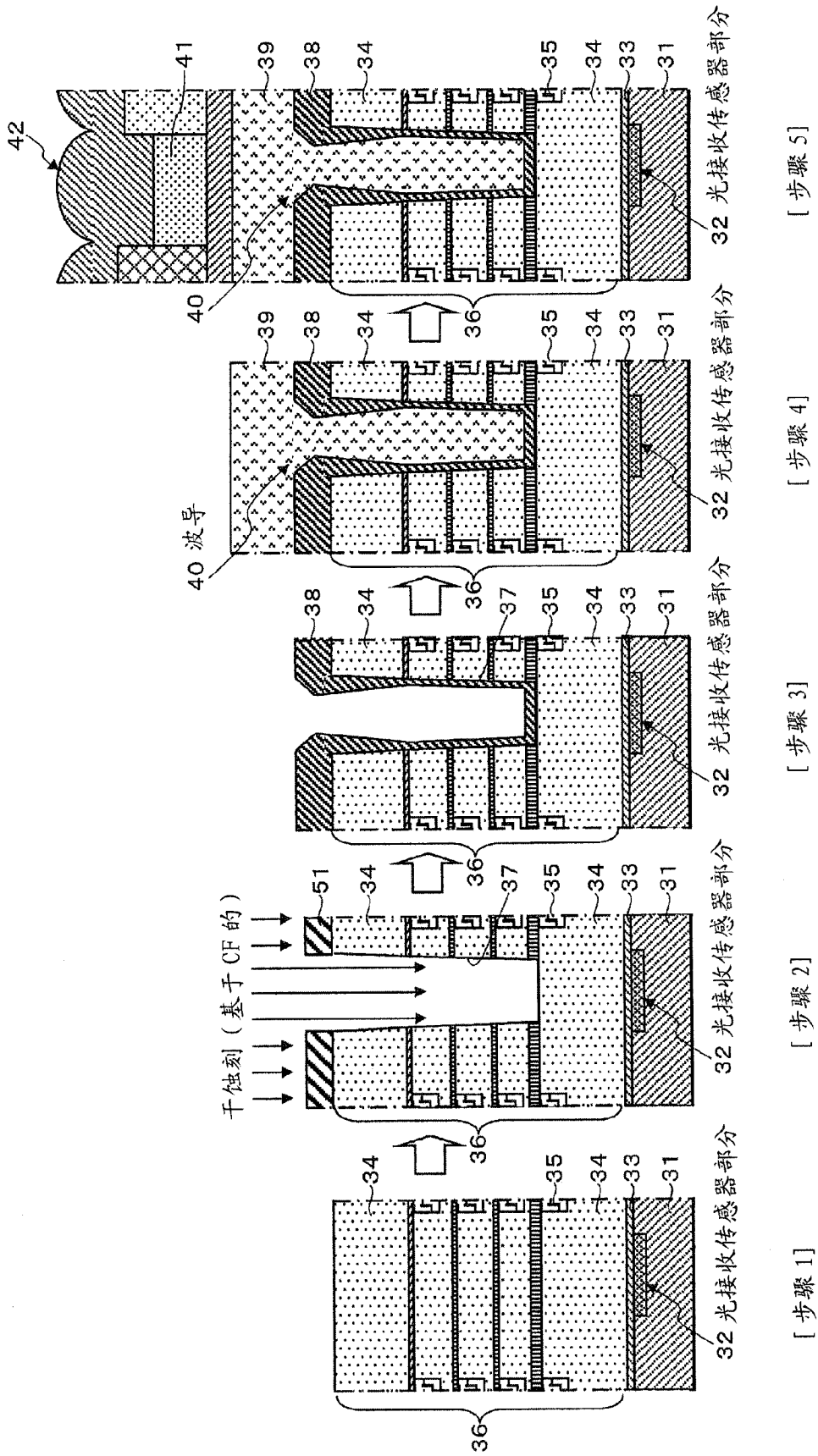


图 5

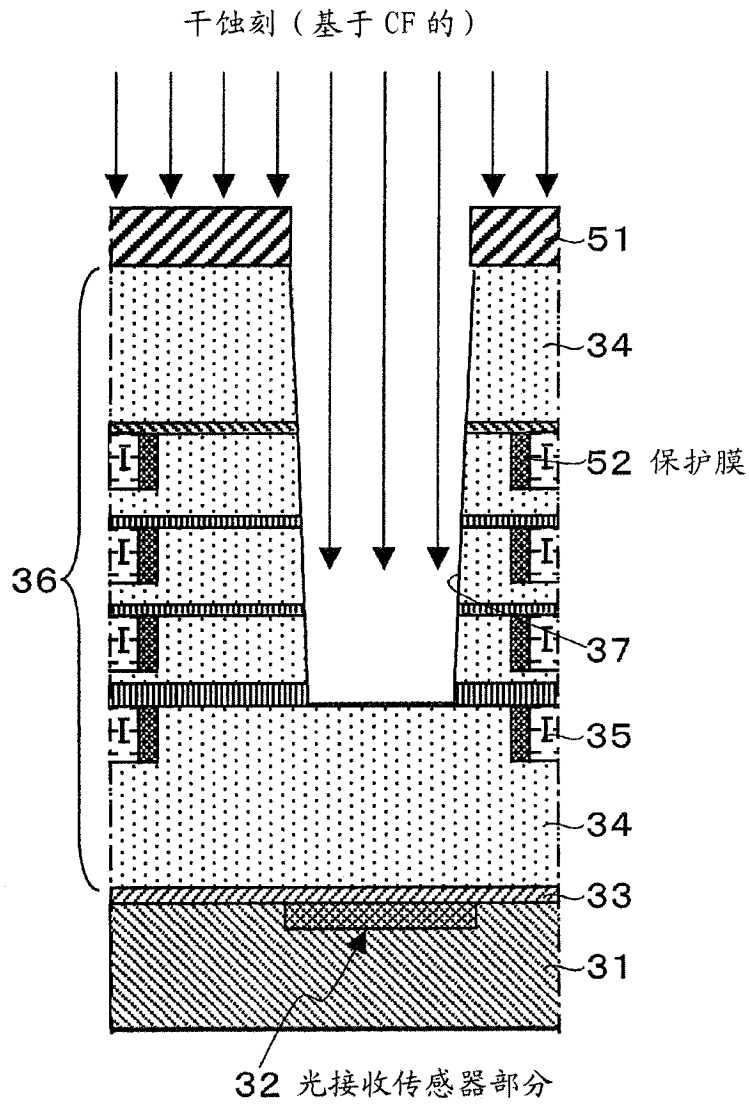


图6

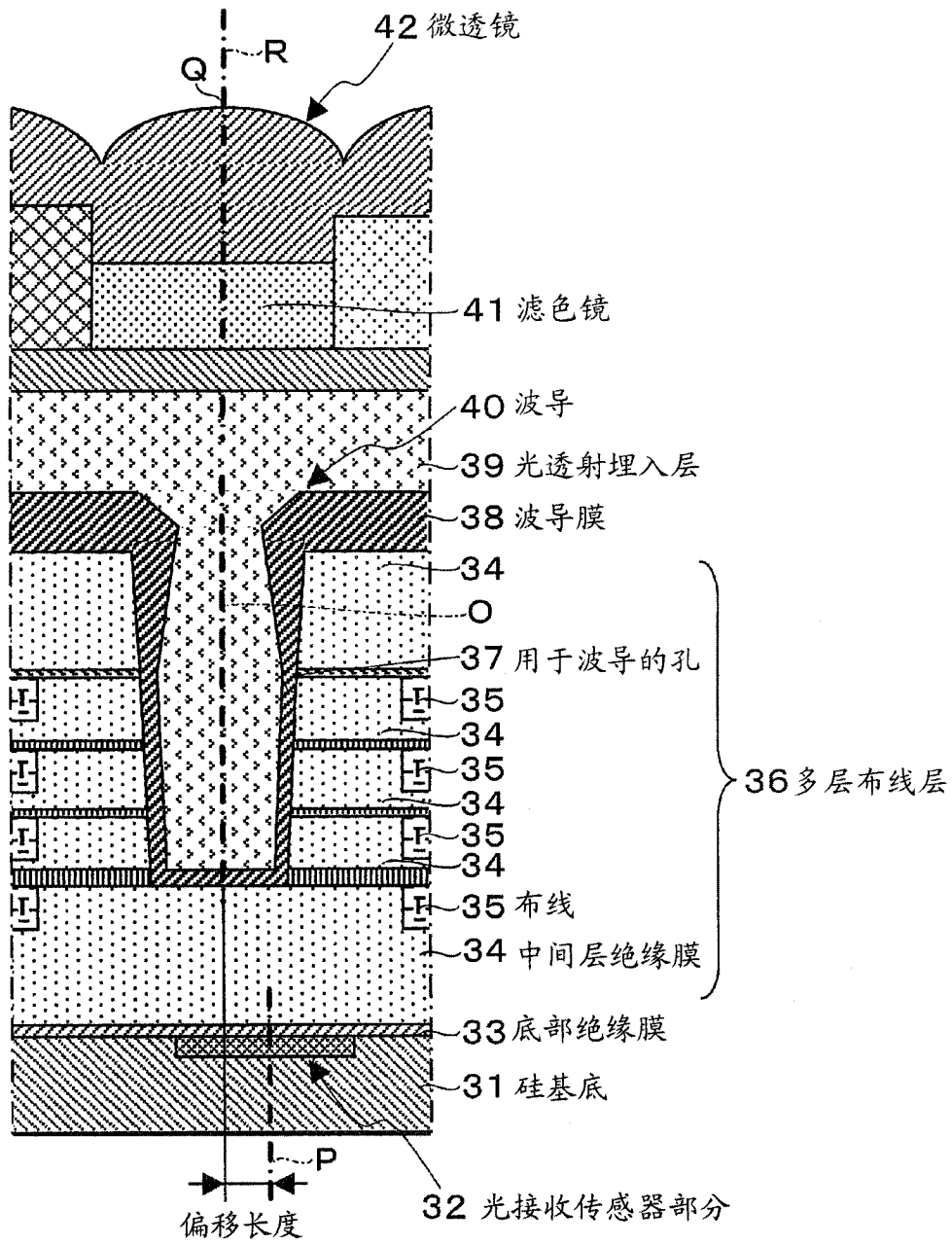


图 7

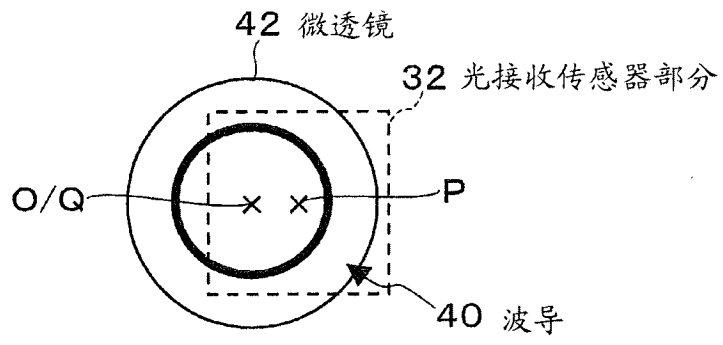


图 8

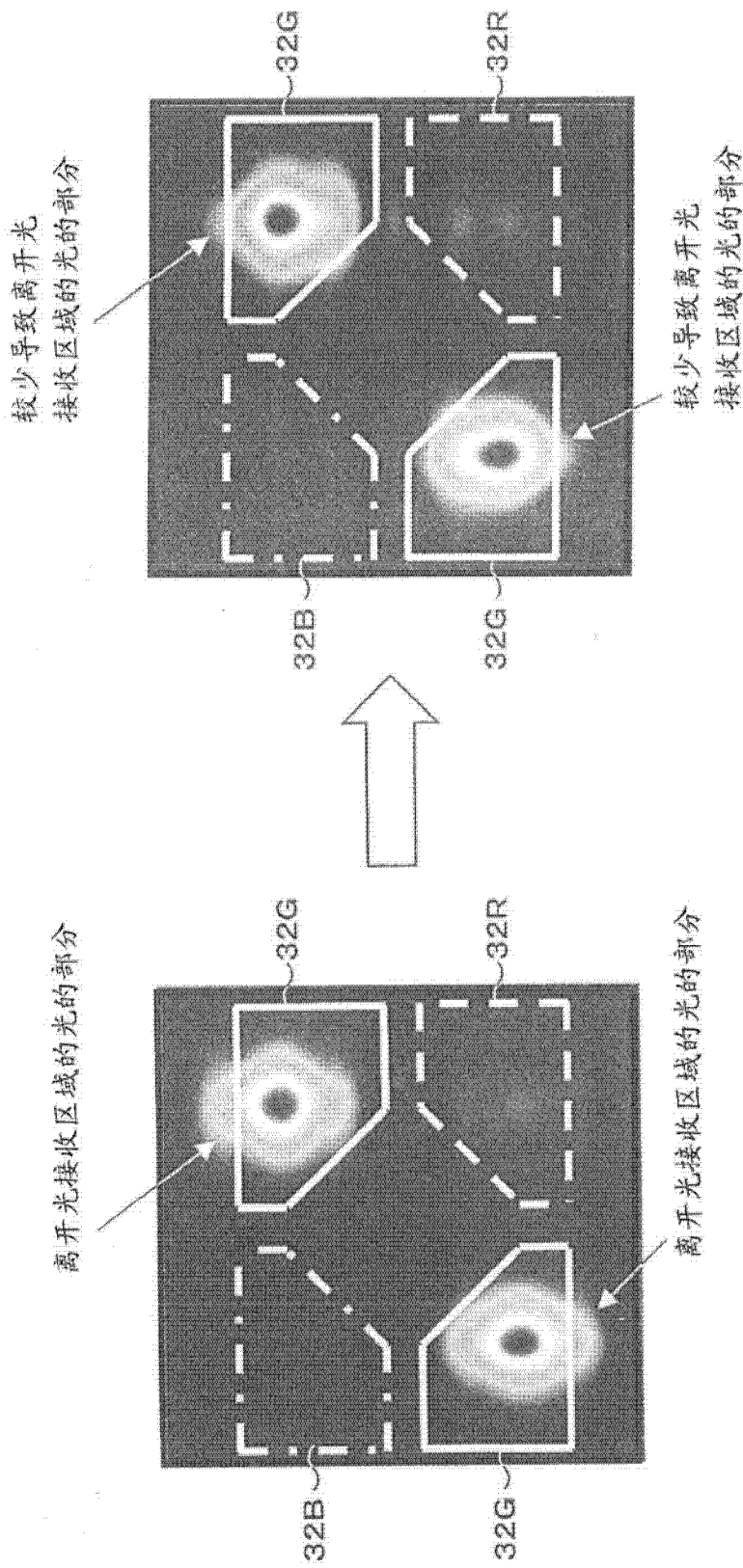


图 9B

图 9A

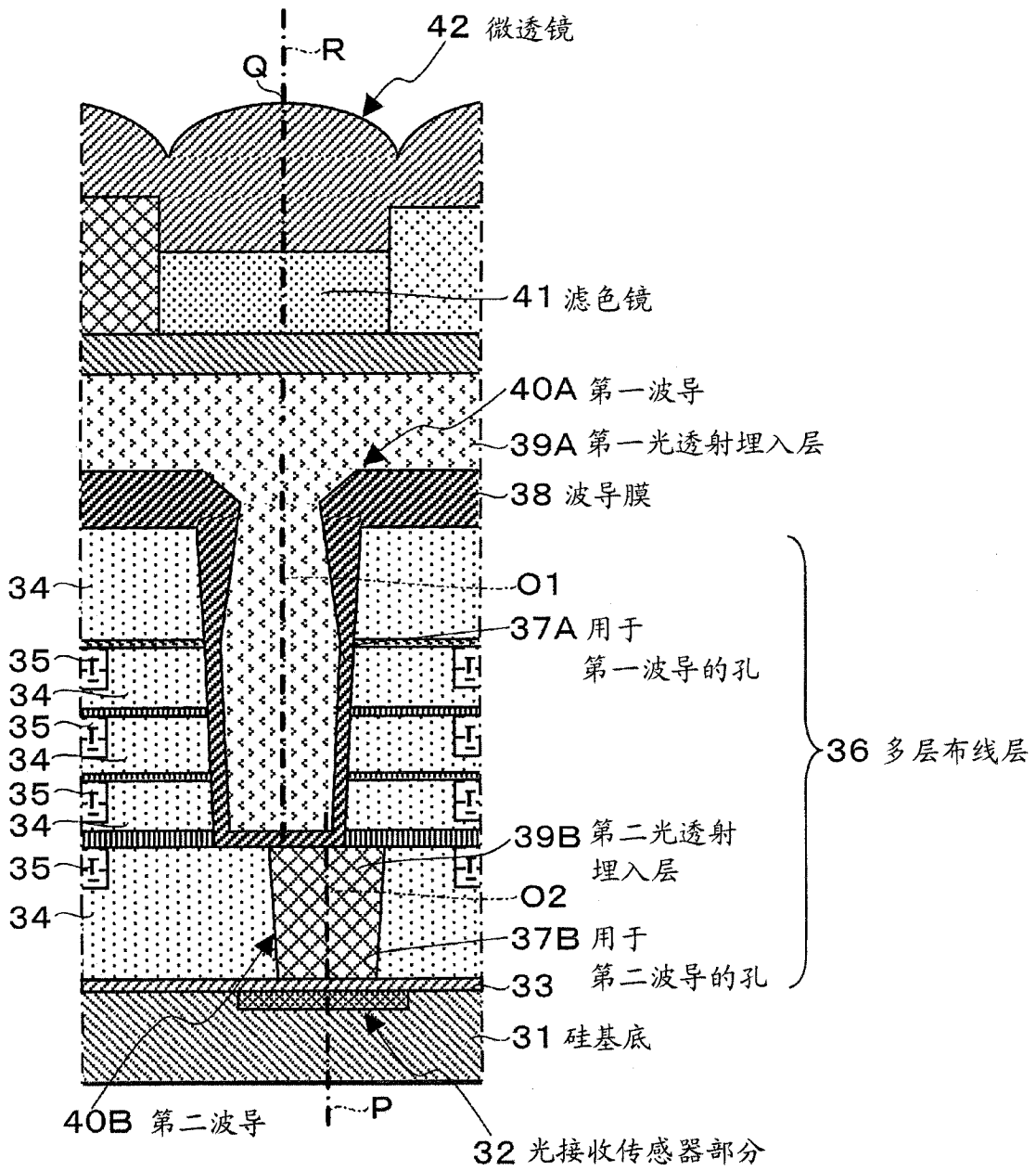


图 10

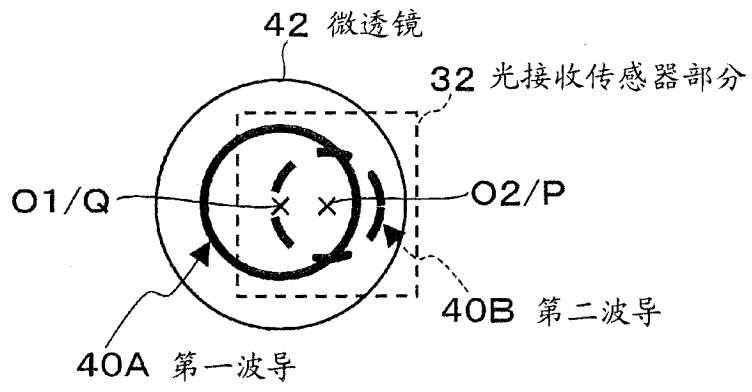


图 11

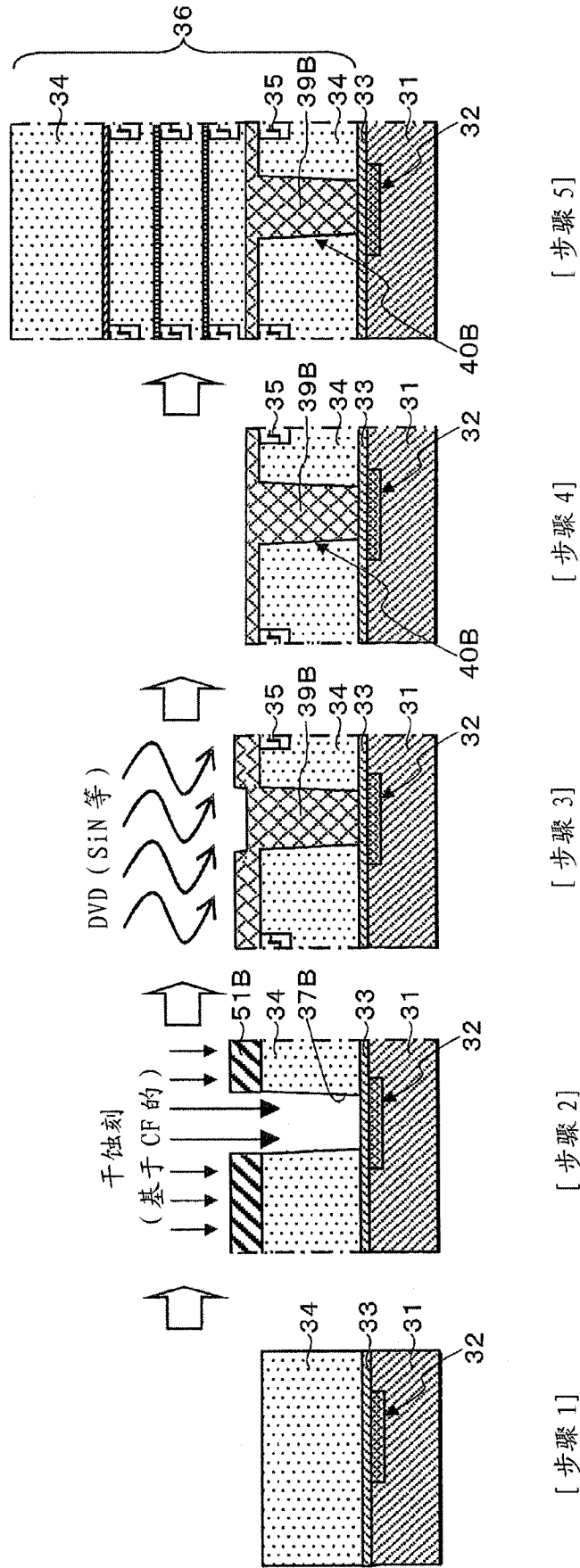


图 12

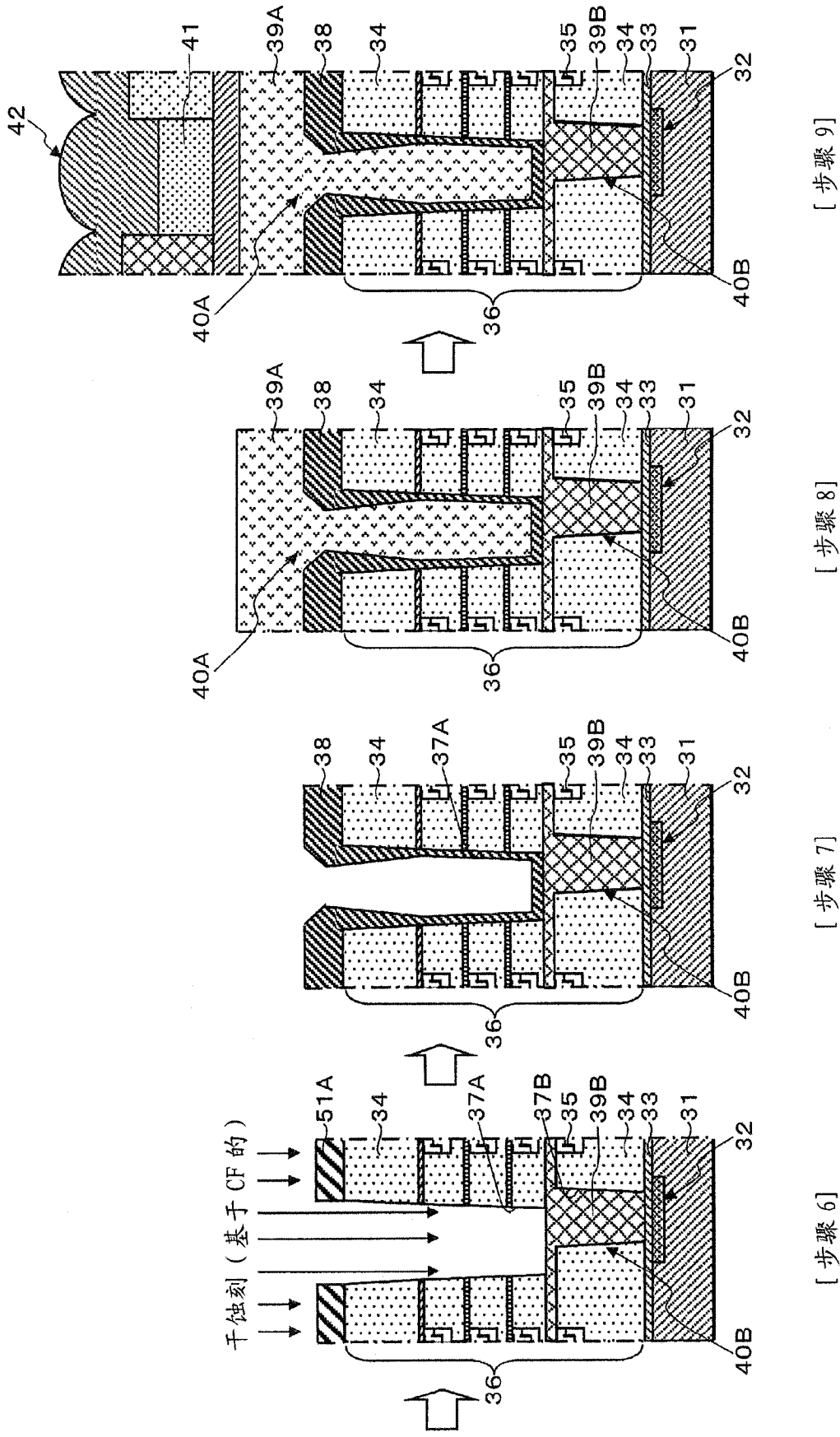


图 13

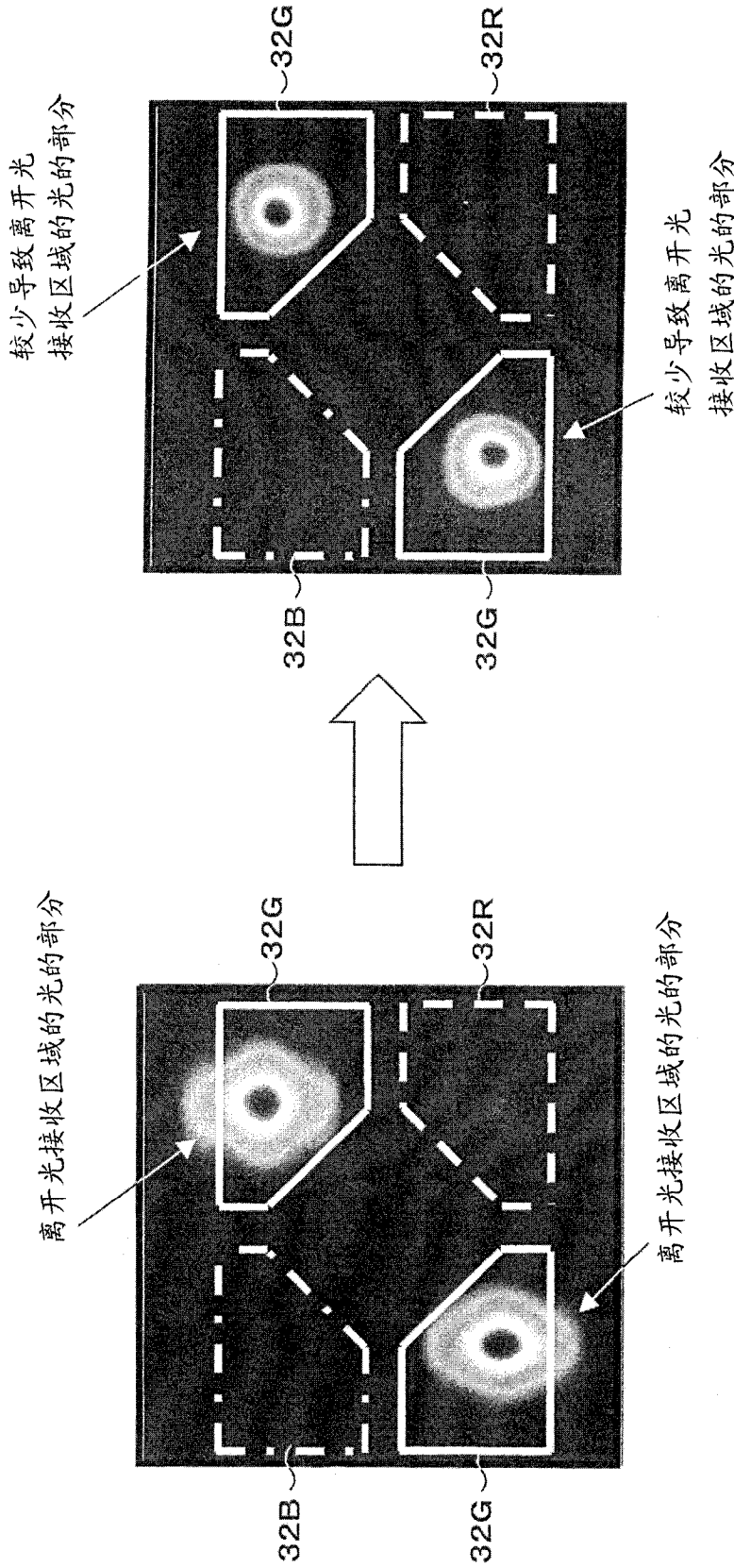


图 14B

图 14A

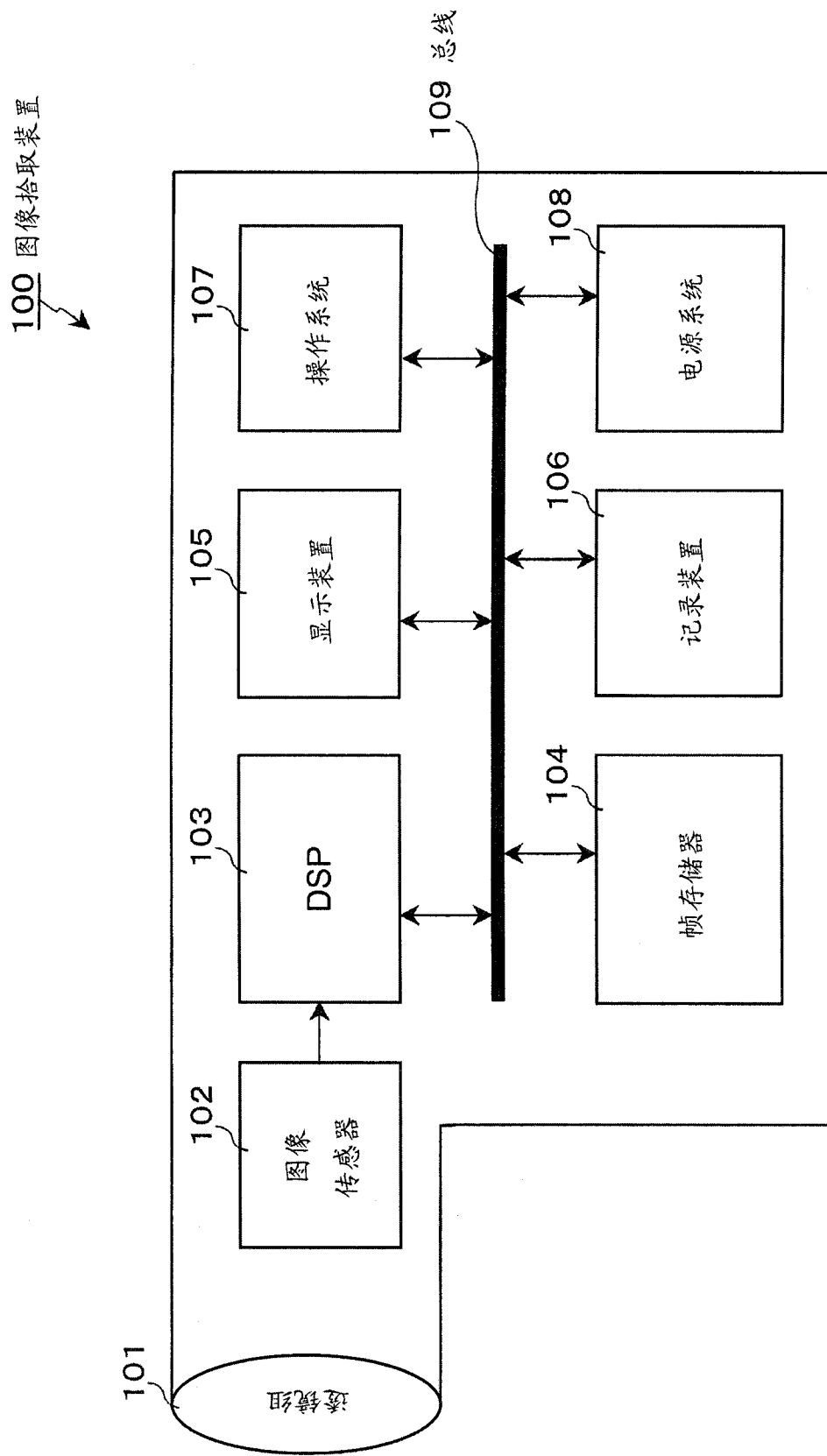


图 15