



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102324431 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201110304563. 6

JP 特开 2007-88305 A, 2007. 04. 05, 全文.

(22) 申请日 2007. 08. 20

审查员 王倩

(30) 优先权数据

122370/07 2007. 05. 07 JP

(62) 分案原申请数据

200780052901. 3 2007. 08. 20

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 山口哲司 大岸裕子 安藤崇志

池田晴美

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 彭久云

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0187327 A1, 2006. 08. 24,

CN 1734777 A, 2006. 02. 15, 全文.

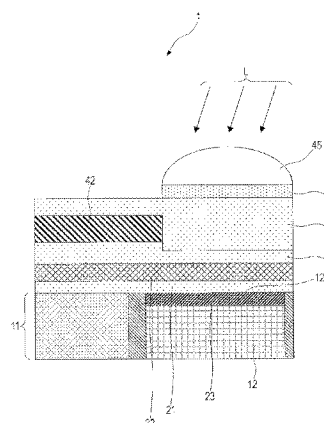
权利要求书2页 说明书26页 附图37页

(54) 发明名称

固态成像装置及其制造方法以及成像设备

(57) 摘要

可以同时实现充分的空穴积聚层和暗电流的减少。固态成像装置 (1) 包括对入射光进行光电转换的光接收部分 (12)。该固态成像装置 (1) 具有形成在光接收部分 (12) 的光接收表面 (12s) 上以降低界面态的膜 (21), 以及形成在形成为降低界面态的膜 (21) 上且具有固定负电荷的膜 (22)。空穴积聚层 (23) 形成在光接收部分 (12) 的光接收表面 (12s) 上。



1. 一种固态成像装置,其特征在于:

所述固态成像装置包括对入射光进行光电转换的光接收部分,所述固态成像装置包括:

绝缘膜,设置在所述光接收部分的光接收表面上,且透射所述入射光;以及
设置在所述绝缘膜上且施加负电压的膜,

其中所述固态成像装置还包括:周边电路部分,在所述光接收部分旁边的部分中,在所述周边电路部分中设置有周边电路,

其中绝缘膜设置在所述周边电路部分的表面和所述施加负电压的膜之间,使得所述施加负电压的膜距所述周边电路部分的表面的距离大于所述施加负电压的膜距所述光接收部分的表面的距离。

2. 根据权利要求1所述的固态成像装置,其特征在于:所述固态成像装置还包括设置在所述光接收部分的光接收表面侧的空穴积聚层。

3. 根据权利要求1所述的固态成像装置,其特征在于:

所述施加负电压的膜由透射所述入射光的导电材料形成。

4. 根据权利要求1所述的固态成像装置,其中由氧化硅膜、氮化硅膜和氮氧化硅膜中的一种膜或多种膜的层叠结构形成的膜设置在所述周边电路部分的上面且在所述施加负电压的膜的下面。

5. 根据权利要求1所述的固态成像装置,其特征在于:

所述固态成像装置为背侧照射型固态成像装置,包括多个像素部分和配线层,所述多个像素部分具有将入射光的量转换成电信号的光接收部分,所述配线层在半导体基板提供有所述像素部分的一个表面侧,其中从提供有所述配线层的表面的相反侧入射的光用所述光接收部分接收。

6. 一种制造固态成像装置的方法,其特征在于:所述固态成像装置具有对入射光进行光电转换且设置在半导体基板上的光接收部分和在所述光接收部分旁边的部分中的周边电路部分,在所述周边电路部分中设置有周边电路,所述制造固态成像装置的方法包括步骤:

在所述光接收部分的光接收表面上形成透射入射光的绝缘膜;以及
在所述绝缘膜上形成施加负电压的膜,

其中绝缘膜设置在所述周边电路部分的表面和所述施加负电压的膜之间,使得所述施加负电压的膜距所述周边电路部分的表面的距离大于所述施加负电压的膜距所述光接收部分的表面的距离。

7. 根据权利要求6所述的制造固态成像装置的方法,其特征在于:所述方法还包括通过在所述施加负电压的膜上施加负电压,在所述光接收部分的光接收表面侧形成空穴积聚层。

8. 一种成像设备,其特征在于包括:

聚光光学部分,会聚入射光;

固态成像装置,接收在所述聚光光学部分中会聚的所述入射光并对所述入射光进行光电转换;以及

信号处理部分,处理光电转换的信号电荷,

其中该固态成像装置包括：

绝缘膜，设置在对所述入射光进行光电转换的所述固态成像装置的光接收部分的光接收表面上；以及

设置在所述绝缘膜上且施加负电压的膜，

所述绝缘膜由透射所述入射光的绝缘膜形成，

其中所述固态成像装置还包括：周边电路部分，在所述光接收部分旁边的部分中，在所述周边电路部分中设置有周边电路，

其中绝缘膜设置在所述周边电路部分的表面和所述施加负电压的膜之间，使得所述施加负电压的膜距所述周边电路部分的表面的距离大于所述施加负电压的膜距所述光接收部分的表面的距离。

9. 根据权利要求 8 所述的成像设备，其特征在于所述固态成像装置还包括设置在所述光接收部分的光接收表面侧的空穴积聚层。

固态成像装置及其制造方法以及成像设备

[0001] 本申请是申请日为 2007 年 8 月 20 日且发明名称为“固态成像装置及其制造方法以及成像设备”的中国专利申请 No. 200780052901.3 的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及抑制暗电流产生的固态成像装置及其制造方法以及成像设备。

背景技术

[0003] 由 CCD(电荷耦合器件)和 CMOS 图像传感器形成的固态成像装置已经广泛用于摄像机和数字静态照相机等。噪声减少以及灵敏度改善是这些固态成像装置共同的重要问题。

[0004] 具体地讲,在没有光的状态,没有由入射光的光电转换产生的信号电荷,光接收表面的基板界面存在的细微缺陷产生的电荷(电子)被当成信号成为微电流并被检测为暗电流,或者,以在光接收部分和上层膜之间的界面的界面态为发生源的暗电流,这些暗电流是对于固态成像装置来说需要减小的噪音。

[0005] 关于抑制由界面态导致的暗电流产生的技术,例如,采用掩埋光敏二极管结构,该结构具有由光接收部分(例如,光敏二极管)12 上的 P^+ 层形成的空穴积聚(空穴积聚)层 23,如图 38(2) 所示。就此而言,在本说明书中,上述的掩埋光敏二极管结构称为空穴积聚二极管(Hole Accumulated Diode,HAD)结构。如图 38(1) 所示,关于不包括 HAD 结构的结构,基于界面态而产生电子并成为暗电流流入光敏二极管中。另一方面,如图 38(2) 所示,关于 HAD 结构,通过形成在界面处的空穴积聚层 23 抑制由该界面产生的电子。此外,甚至在产生由该界面导致的电荷(电子)时,该电荷流入 P^+ 层的空穴积聚层 23(其中存在很多空穴)中并且可以被消灭而不流入电荷积聚部分中,电荷积聚部分是光接收部分 12 中的 N^+ 层,用作势阱。因此,可以防止由该界面导致的电荷成为暗电流且被检测到,并且由此可以抑制由该界面态导致的暗电流。

[0006] 关于生产该 HAD 结构的方法,通常,形成 P^+ 层的诸如硼(B)或氟化硼(BF_2)的杂质经由设置在基板上的热氧化膜或 CVD 氧化膜被离子注入,其后,通过退火激活注入的杂质,从而在界面附近产生 P 型区域。然而,为了激活掺杂的杂质,700℃或更高温度的高温热处理是不可避免的,并且因此通过 400℃或更低温度的低温工艺的离子注入难于形成空穴积聚层。而且,在所希望的避免长期高温下激活以抑制杂质扩散的情况下,执行离子注入和退火的形成空穴积聚层的方法不是优选的。

[0007] 另外,如果设置为光接收部分的上层的氧化硅或氮化硅通过低温等离子体 CVD 等技术形成,则与高温下形成的膜和光接收表面之间的界面相比,界面态恶化。该界面态中的恶化导致暗电流的增加。

[0008] 如上所述,在希望避免离子注入和高温下退火处理的情况下,不能通过现有技术中的离子注入形成空穴积聚层,而暗电流会进一步恶化。为了解决该问题,产生对于通过另一种技术而不采用现有技术的离子注入形成空穴积聚层的需求。

[0009] 例如,已经揭示了这样的技术,其中与半导体区域的导电类型相反的导电类型相同极性的充电粒子埋入光电转换元件上由二氧化硅形成的绝缘膜中,该光电转换元件设置在半导体区域中,且具有该相反的导电类型,从而增加了光电转换部分表面的电势,并且反转层(inversion layer)形成在该表面上以防止表面耗尽,而减少暗电流的产生(例如,参考日本未审查专利申请公开 No. 1-256168)。在上述技术中,需要将充电粒子埋入绝缘层的技术。然而,不清楚采用怎样的埋入技术。此外,需要电极用于电荷注入以从外面将电荷注入绝缘层中,如通常在非挥发存储器中所采用的。即使不采用电极并可以以非接触方式从外面注入电荷,在绝缘层中俘获的电荷不被解除俘获(detraped)也是必要的,从而无论如何电荷保持特性成为一个问题。出于这样的目的,要求具有高电荷保持特性和高质量的绝缘膜,但这是难以实现的。

[0010] 要解决的问题是,在倾向于通过高浓度离子注入到光接收部分(光电转换部分)中以形成充分的空穴积聚层的情况下,因为由于离子注入而损坏了光接收部分,所以高温下的退火处理是不可避免的,此时,产生杂质扩散,并且光电转换特性恶化。另一方面,以低浓度进行离子注入以减少由离子注入引起的损坏的情况下,问题是减少了空穴积聚层的浓度,并且没有充分提供空穴积聚层的功能。就是说,问题是难以兼顾实现空穴积聚层并减少暗电流,从而抑制杂质扩散并且提供所希望的光电转换特性。

[0011] 本发明的目标为兼顾实现充分的空穴积聚层并减少暗电流。

发明内容

[0012] 根据本发明的固态成像装置(第一固态成像装置),特征在于具有对入射光进行光电转换的光接收部分的该固态成像装置包括:设置在上述光接收部分的光接收表面上且降低界面态的膜和设置在降低界面态的上述膜上且具有固定负电荷的膜,其中空穴积聚层设置在上述光接收部分的光接收表面侧。

[0013] 在上述的第一固态成像装置中,因为具有固定负电荷的膜设置在降低界面态的膜上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过该固定负电荷导致的电场充分形成在光接收部分的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了从该界面产生的电荷(电子),另外,甚至在产生电荷(电子)时,电荷也不流入光接收部分中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层,并且可以被消灭。因此,可以防止从该界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分检测,并且可以抑制由该界面态导致的暗电流。此外,因为降低界面态的膜设置在光接收部分的光接收表面上,所以进一步抑制由界面态导致的电子的产生,从而抑制了由界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分中。

[0014] 根据本发明的固态成像装置(第二固态成像装置),特征在于,具有对入射光进行光电转换的光接收部分的该固态成像装置包括:设置在上述光接收部分的光接收表面上且透射上述入射光的绝缘膜和设置在上述绝缘膜上且施加负电压的膜,其中空穴积聚层设置在上述光接收部分的光接收表面侧。

[0015] 在上述的第二固态成像装置中,因为施加负电压的膜设置在绝缘膜上,该绝缘膜设置在光接收部分的光接收表面上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过给施加负电压的膜施加负电压所产生的电场充分形成在光接收部分的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了从该界面产生的电荷(电子),另外,甚至在产生电荷(电子)时,电荷也不流入光接收部分

中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层,并且可以被消灭。因此,可以防止从该界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分检测,并且可以抑制由该界面态导致的暗电流。

[0016] 根据本发明的固态成像装置(第三固态成像装置),特征在于,具有对入射光进行光电转换的光接收部分的该固态成像装置包括:设置为上述光接收部分的光接收表面侧的上层的绝缘膜和设置在上述绝缘膜上且功函数值大于进行光电转换的上述光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值的膜。

[0017] 在上述的第三固态成像装置中,因为设置在光接收部分的绝缘膜上包括功函数值大于进行光电转换的光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值的膜,所以在光接收部分的光接收表面侧的界面处可以积聚空穴。因此,减少了暗电流。

[0018] 根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法),特征在于,该固态成像装置具有对入射光进行光电转换且设置在半导体基板上的光接收部分,该方法包括步骤:在提供有上述光接收部分的上述半导体基板上形成降低界面态的膜,以及在降低界面态的上述膜上形成具有固定负电荷的膜,其中由具有固定负电荷的上述膜在上述光接收部分的光接收表面侧形成空穴积聚层。

[0019] 在上述的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)中,因为具有固定负电荷的膜设置在降低界面态的膜上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过该固定负电荷导致的电场充分形成在光接收部分的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了从该界面产生的电荷(电子),另外,甚至在产生电荷(电子)时,电荷也不流入光接收部分中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层,并且可以被消灭。因此,可以防止从该界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分检测,并且可以抑制由该界面态导致的暗电流。此外,因为降低界面态的膜设置在光接收部分的光接收表面上,所以进一步抑制由界面态导致的电子的产生,从而抑制了由界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分中。而且,因为采用具有固定负电荷的膜,所以可以形成HAD结构,而不进行离子注入和退火。

[0020] 根据本发明的制造固态成像装置的方法(第二制造方法),特征在于,该固态成像装置具有对入射光进行光电转换且设置在半导体基板上的光接收部分,该方法包括步骤:在上述光接收部分的光接收表面上形成透射上述入射光的绝缘膜,并且在上述绝缘膜上形成施加负电压的膜,其中通过给施加负电压的上述膜施加负电压在上述光接收部分的光接收表面侧形成空穴积聚层。

[0021] 在上述制造固态成像装置的方法(第二制造方法)中,因为施加负电压的膜设置在绝缘膜上,该绝缘膜设置在光接收部分的光接收表面上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过给施加负电压的膜施加负电压所产生的电场充分形成在光接收部分的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了从该界面产生的电荷(电子),另外,甚至在产生电荷(电子)时,电荷也不流入光接收部分中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层,并且可以被消灭。因此,可以防止从该界面导致的电荷引起的暗电流且被光接收部分检测,并且可以抑制由该界面态导致的暗电流。而且,因为采用具有固定负电荷的膜,所以可以形成HAD结构,而不执行离子注入和退火。

[0022] 根据本发明的制造固态成像装置的方法(第三制造方法),特征在于,该固态成像装置具有对入射光进行光电转换且设置在半导体基板上的光接收部分,该方法包括步骤:

形成绝缘膜作为上述光接收部分的光接收表面侧的上层,并且在上述绝缘膜上形成功函数值大于进行光电转换的上述光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值的膜。

[0023] 在上述制造固态成像装置的方法(第三制造方法)中,因为在设置在光接收部分的绝缘膜上形成功函数值大于进行光电转换的光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值的膜,所以可以形成设置在光接收部分的光接收表面侧的界面处的空穴积聚层。因此,减少了暗电流。

[0024] 根据本发明的成像设备(第一成像设备)的特征在于,包括会聚入射光的聚光光学部分、接收和光电转换上述聚光光学部分中会聚的上述入射光的固态成像装置以及处理光电转换信号电荷的信号处理部分,其中上述固态成像装置包括设置在对上述入射光进行光电转换的上述固态成像装置的光接收部分的光接收表面上且降低界面态的膜,以及设置在降低界面态的上述膜上且具有固定负电荷的膜,其中空穴积聚层设置在上述光接收部分的光接收表面上。

[0025] 在上述的第一成像设备中,因为采用根据本发明的上述第一固态成像装置,所以采用了减少暗电流的固态成像装置。

[0026] 根据本发明的成像设备(第二成像设备)的特征在于,包括会聚入射光的聚光光学部分、接收和光电转换上述聚光光学部分中会聚的上述入射光的固态成像装置以及处理光电转换信号电荷的信号处理部分,其中上述固态成像装置包括设置在光电转换上述入射光的上述固态成像装置的光接收部分的光接收表面上的绝缘膜和设置在上述绝缘膜上且施加负电压的膜,上述绝缘膜由透射上述入射光的绝缘膜形成,并且空穴积聚层设置在上述光接收部分的光接收表面上。

[0027] 在上述第二成像设备中,因为采用根据本发明的上述第二固态成像装置,所以采用了减少暗电流的固态成像装置。

[0028] 根据本发明的成像设备(第三成像设备)的特征在于,包括会聚入射光的聚光光学部分、接收和光电转换上述聚光光学部分中会聚的上述入射光的固态成像装置和处理光电转换信号电荷的信号处理部分,其中上述固态成像装置包括设置为将入射光光电转换为信号电荷的光接收部分的光接收表面侧的上层的绝缘膜,以及设置在上述绝缘膜上且功函数值大于进行光电转换的光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值的膜。

[0029] 在上述第三成像设备中,因为采用根据本发明的上述第三固态成像装置,所以采用了减少暗电流的固态成像装置。

[0030] 根据本发明的固态成像装置,可以抑制暗电流,并且由此可以减少通过成像获得的图像中的噪声。因此,具有可以获得高图像质量的图像的优点。具体地讲,可以减少由小量曝光的长时间曝光中的暗电流引起的白点(彩色 CCD 中的原色点)的产生。

[0031] 根据本发明的制造固态成像装置的方法,可以抑制暗电流,并且由此可以减少通过成像获得的图像中的噪声。因此,具有这样的优点,可以实现能获得具有高图像质量的图像的固态成像装置。具体地讲,可以实现这样的固态成像装置,其能减少由小量曝光的长时间曝光中的暗电流引起的白点(彩色 CCD 中的原色点)的产生。

[0032] 根据本发明的成像设备,因为采用能抑制暗电流的固态成像装置,所以可以减少通过成像获得的图像中的噪声。因此,具有可以获得高图像质量的图像的优点。具体地讲,可以减少由小量曝光的长时间曝光中的暗电流引起的白点(彩色 CCD 中的原色点)的产

生。

附图说明

[0033] 图 1 是示出根据本发明的固态成像装置（第一固态成像装置）的实施例（第一示例）的主要部分构造的截面图。

[0034] 图 2 是能带图，用于说明根据本发明的固态成像装置（第一固态成像装置）的效果。

[0035] 图 3 是示出上述固态成像装置（第一固态成像装置）1 的修改示例的主要部分构造的截面图。

[0036] 图 4 是示出上述固态成像装置（第一固态成像装置）1 的修改示例的主要部分构造的截面图。

[0037] 图 5 是用于说明在具有固定负电荷（negative fixed charge）的膜存在于周边电路部分附近的情况下，固定负电荷作用的主要部分构造的截面图。

[0038] 图 6 是示出根据本发明的固态成像装置（第一固态成像装置）的实施例（第二示例）的主要部分构造的截面图。

[0039] 图 7 是示出根据本发明的固态成像装置（第一固态成像装置）的实施例（第三示例）的主要部分构造的截面图。

[0040] 图 8 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0041] 图 9 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0042] 图 10 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0043] 图 11 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第二示例）的生产步骤截面图。

[0044] 图 12 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第二示例）的生产步骤截面图。

[0045] 图 13 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第二示例）的生产步骤截面图。

[0046] 图 14 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第三示例）的生产步骤截面图。

[0047] 图 15 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第三示例）的生产步骤截面图。

[0048] 图 16 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第三示例）的生产步骤截面图。

[0049] 图 17 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第四示例）的生产步骤截面图。

[0050] 图 18 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第四示例）的生产步骤截面图。

[0051] 图 19 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第四示例）的生产步骤截面图。

[0052] 图 20 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第五示例）的生产步骤截面图。

[0053] 图 21 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第一制造方法）的实施例（第五示例）的生产步骤截面图。

[0054] 图 22 是显示固定负电荷存在于氧化铪 (HfO_2) 膜中的平带电压与氧化物膜换算的膜厚度之间关系的示意图。

[0055] 图 23 是显示固定负电荷存在于氧化铪 (HfO_2) 膜中的界面态密度之间比较的示意图。

[0056] 图 24 是用于说明关于热氧化膜电子（电子）的形成和空穴（空穴）的形成的平带电压与氧化物换算的膜厚度之间关系的示意图。

[0057] 图 25 是示出根据本发明的固态成像装置（第二固态成像装置）的实施例（第一示例）的主要部分构造的截面图。

[0058] 图 26 是示出根据本发明的固态成像装置（第二固态成像装置）的实施例（第二示例）的主要部分构造的截面图。

[0059] 图 27 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0060] 图 28 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0061] 图 29 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第一示例）的生产步骤截面图。

[0062] 图 30 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第二示例）的生产步骤截面图。

[0063] 图 31 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第二示例）的生产步骤截面图。

[0064] 图 32 是示出根据本发明的固态成像装置（第三固态成像装置）的实施例（示例）的主要部分构造的截面图。

[0065] 图 33 是示出包括空穴积聚辅助膜 (hole accumulation auxiliary film) 的固态成像装置的构造示例的主要部分构造的截面图。

[0066] 图 34 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第三制造方法）的实施例（第三示例）的流程图。

[0067] 图 35 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第三制造方法）的实施例（第三示例）的生产步骤截面图。

[0068] 图 36 是示出根据本发明的制造固态成像装置的方法（第三制造方法）的实施例（第三示例）的生产步骤截面图。

[0069] 图 37 是示出根据本发明的成像设备的实施例（示例）的框图。

[0070] 图 38 是示出了抑制界面态导致的暗电流产生的技术的光接收部分的示意性构造截面图。

具体实施方式

[0071] 下面,将参考图 1 所示的主要部分构造的截面图,描述根据本发明的固态成像装置(第一固态成像装置)的实施例(第一示例)。

[0072] 如图 1 所示,固态成像装置 1 具有在半导体基板(或半导体层)11 上的光接收部分 12(该光接收部分 12 对入射光 L 进行光电转换),并且具有在该光接收部分 12 旁边的部分中隔着像素隔离区域 13 提供有周边电路(图中未具体示出)的周边电路部分 14。在这点上,在后面的说明中将对半导体基板 11 进行解释。降低界面态的膜 21 设置在上述光接收部分(包括稍后描述的空穴积聚层 23)12 的光接收表面 12s 上。该膜 21 降低了界面态,例如,由氧化硅(SiO_2)膜形成。具有固定负电荷的膜 22 设置在降低界面态的上述膜 21 上。因此,空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上将降低界面态的上述膜 21 设置为具有一厚度,以使得空穴积聚层 23 能够由于上述具有固定负电荷的膜 22 而形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0073] 在上述的固态成像装置 1 是 CMOS 成像传感器的情况下,上述周边电路部分 14 的周边电路示例包括由晶体管(例如,由传输晶体管、复位晶体管、放大晶体管和选择晶体管)组成的像素电路。此外,包括实现在由多个光接收部分 12 组成的像素阵列部分中读取需要读取行的信号的操作的驱动电路、传输读取信号的垂直扫描电路、移位寄存器或地址解码器和水平扫描电路等。

[0074] 作为选择,在上述固态成像装置 1 是 CCD 成像传感器的情况下,上述周边电路部分 14 的周边电路示例包括读取栅极和垂直电荷传输部分,读取栅极将来自光接收部分的光电转换的信号电荷读到垂直传输栅极,垂直电荷传输部分在垂直方向上传输读取的信号电荷。此外,包括水平电荷传输部分等。

[0075] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪(HfO_2)膜、氧化铝(Al_2O_3)膜、氧化锆(ZrO_2)膜、氧化钽(Ta_2O_5)膜或氧化钛(TiO_2)膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅绝缘膜等的使用记录。因此,已建立了膜的形成方法,并且可以易于执行膜的形成。膜形成方法的示例包括化学气相沉积法、溅射法以及原子层沉积法。然而,使用原子层沉积法是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成降低界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。在这一点上,上述之外的材料示例包括氧化镧(La_2O_3)、氧化镨(Pr_2O_3)、氧化铈(CeO_2)、氧化钕(Nd_2O_3)、氧化钷(Pm_2O_3)、氧化钐(Sm_2O_3)、氧化铕(Eu_2O_3)、氧化钆(Gd_2O_3)、氧化铽(Tb_2O_3)、氧化镱(Dy_2O_3)、氧化铥(Ho_2O_3)、氧化铒(Er_2O_3)、氧化镱(Tm_2O_3)、氧化镱(Yb_2O_3)、氧化镱(Lu_2O_3)和氧化钇(Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 还可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜(hafnium oxynitride film)或氮氧化铝膜(aluminum oxynitride film)形成。

[0076] 关于具有固定负电荷的上述膜 22,可以在不影响绝缘性的范围内加入硅(Si)或氮(N)到膜中。其浓度在不影响膜绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅(Si)或氮(N)的情况下,使其变得能够增强膜的耐热性以及加工中防止离子注入的能力。

[0077] 绝缘膜 41 设置在具有固定负电荷的上述膜 22 上,并且遮光膜 42 设置在上述的周边电路部分 14 上面的上述绝缘膜 41 上。用该遮光膜 42 在光接收部分 12 中形成没有光进

入的区域,并且基于光接收部分 12 的输出确定图像的黑色电平 (black level)。而且,因为防止光进入周边电路部分 14 中,所以抑制了由于光进入周边电路部分中引起的特性的变化。另外,设置对上述的入射光具有透射性的绝缘膜 43。优选该绝缘膜 43 的表面是平坦的。此外,滤色器层 44 和聚光透镜 45 设置在绝缘膜 43 上。

[0078] 在上述的固态成像装置 (第一固态成像装置) 1 中,具有固定负电荷的膜 22 设置在降低界面态的膜 21 上。因此,电场由具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷通过降低界面态的膜 21 施加给光接收部分 12 的表面,并且由此空穴积聚 (空穴积聚) 层 23 形成在光接收部分 12 的表面上。

[0079] 然后,如图 2(1) 所示,紧接形成膜 22 之后,由于具有固定负电荷的膜 22 中存在的固定负电荷引起的电场,可以使该界面的附近成为空穴积聚层 23。因此,抑制了光接收部分 12 和降低界面态的膜 21 之间的界面处的界面态产生的暗电流。就是说,减少了由该界面产生的电荷 (电子),另外,即使由该界面产生了电荷 (电子),该电荷也流入存在很多空穴的空穴积聚层 23 中,并且可以消失而不流入光接收部分 12 中用作势阱的电荷积聚部分中。因此,可以防止由光接收部分 12 检测到的界面导致的电荷引起的暗电流,并且由此可以抑制界面态导致的暗电流。

[0080] 另一方面,如图 2(2) 所示,在没有设置空穴积聚层的构造中,产生这样的问题,由于界面态而产生暗电流,并且产生的暗电流流入光接收部分 12 中。此外,如图 2(3) 所示,在通过离子注入形成空穴积聚层 23 的构造中,如上所述,尽管形成了空穴积聚层 23,但是为了激活离子注入中掺杂的杂质,700℃ 以上的高温热处理是不可避免的,从而产生杂质扩散,延长了界面处的空穴积聚层,减少了光电转换的区域,并且使其难于获得所希望的光电转换特性。

[0081] 此外,在上述的固态成像装置 1 中,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,所以进一步抑制了界面态导致的电子的产生,从而抑制了界面态导致的作为暗电流的电子流入光接收部分 12 中。

[0082] 而且,在氧化铅膜用作具有固定负电荷的膜 22 的情况下,因为氧化铅膜的折射系数约为 2,所以不仅能够形成 HAD 结构,而且能够通过优化膜厚度同时获得抗反射作用。关于氧化铅膜之外的材料,对于具有高折射系数的材料,通过优化膜厚度能够获得抗反射作用。

[0083] 在这一点上,已知在固态成像装置中已经采用的氧化硅或氮化硅在低温下形成的情况下,膜中的固定电荷成为正的,并且不能通过固定负电荷形成 HAD 结构。

[0084] 接下来,将参考图 3 所示的主要部分构造的截面图,描述上述固态成像装置 (第一固态成像装置) 1 的修改示例。

[0085] 在关于上述固态成像装置 1 的情况下,仅由具有固定负电荷的膜 22 在光接收部分 12 上的抗反射作用是不够的,关于固态成像装置 2,如图 3 所示,抗反射膜 46 设置在具有固定负电荷的膜 22 上。该抗反射膜 46 例如由氮化硅膜形成。关于这一点,没有设置上述的固态成像装置 1 中形成的绝缘膜 43。因此,滤色器 44 和聚光透镜 45 设置在抗反射膜 46 上。如上所述,通过附加形成氮化硅膜可以最大化抗反射作用。该构造可以应用于接下来描述的固态成像装置 3。

[0086] 在如上所述设置抗反射膜 46 的情况下,可以减少进入光接收部分 12 前的反射,并

且由此可以增加入射在光接收部分 12 上的光量,从而可以改善固态成像装置 2 的灵敏度。

[0087] 接下来,将参考图 4 所示的主要部分构造的截面图,描述上述的固态成像装置(第一固态成像装置)1 的修改示例。

[0088] 关于固态成像装置 3,如图 4 所示,没有设置上述固态成像装置 1 中设置的上述绝缘膜 41,并且上述遮光膜 42 直接设置在具有固定负电荷的膜 22 上。此外,设置了抗反射膜 46 而没有设置绝缘膜 43。

[0089] 在如上所述具有固定负电荷的膜 22 上直接设置遮光膜 42 的情况下,可以使遮光膜 42 靠近半导体基板 11 的表面,并且由此减少了遮光膜 42 和半导体基板 11 之间的距离,从而可以减少相邻光接收部分(光敏二极管)的上层倾斜入射的光的成分,也就是减少光颜色混合成分。

[0090] 此外,如图 5 所示,在具有固定负电荷的膜 22 设置在周边电路部分 14 附近的情况下,通过具有固定负电荷的膜 22 的固定负电荷形成的空穴积聚层 23,可以抑制光接收部分 12 的表面上界面态导致的暗电流。然而,在周边电路部分 14 中,使得电势差产生在光接收部分 12 和存在于表面侧的元件 14D 之间,并且意外的载流子从光接收部分 12 的表面流入存在于表面侧的元件 14D,从而造成周边电路部分 14 的故障。避免这样故障的构造将参考下面的第二示例和第三示例进行描述。

[0091] 接下来,将参考图 6 所示的主要部分构造的截面图,描述根据本发明的固态成像装置(第一固态成像装置)的实施例(第二示例)。就此而言,在图 6 中,图中没有示出使光接收部分的一部分和周边电路部分遮光的遮光膜、使光接收部分上的入射光色散的滤色器层和聚集光接收部分上的入射光的聚光透镜等。

[0092] 如图 6 所示,在固态成像装置 4 中,绝缘膜 24 设置在上述周边电路部分 14 的表面和具有固定负电荷的上述膜 22 之间,使得在上述固态成像装置 1 中,具有固定负电荷的上述膜 22 距上述周边电路部分 14 的表面的距离大于固定负电荷的上述膜 22 距上述光接收部分 12 表面的距离。在降低界面态的上述膜 21 由氧化硅膜形成的情况下,该绝缘膜 24 可以由降低界面态的膜 21 形成,并且其在周边电路部分 14 上的厚度为大于其在光接收部分 12 上的厚度。

[0093] 如上所述,绝缘膜 24 设置在上述周边电路部分 14 的表面和具有固定负电荷的上述膜 22 之间,使得具有固定负电荷的上述膜 22 距上述周边电路部分 14 表面的距离变得大于具有固定负电荷的上述膜 22 距上述光接收部分 12 表面的距离。因此,在周边电路部分 14 中,在具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷的电场影响没有作用在周边电路上。因此,可以防止由于固定负电荷引起的周边电路的故障。

[0094] 接下来,将参考图 7 所示的主要部分构造的截面图,描述固态成像装置(第一固态成像装置)的实施例(第三示例)。就此而言,在图 7 中,图中没有示出使光接收部分的一部分和周边电路部分遮光的遮光膜、使入射在光接收部分上的光色散的滤色器层和聚集光接收部分上的入射光的聚光透镜等。

[0095] 如图 7 所示,在固态成像装置 5 中,增加具有固定负电荷的膜和光接收表面间距离的膜 25 设置在上述的固态成像装置 1 中的上述的周边电路部分 14 之上和具有固定负电荷的上述膜 22 之下。所希望的是,上述的膜 25 具有固定正电荷,以抵消固定负电荷的影响,并且优选采用氮化硅。

[0096] 如上所述,具有固定正电荷的上述膜 25 设置在上述周边电路部分 14 之上和具有固定负电荷的上述膜 22 之下。因此,具有固定负电荷的膜 22 的固定负电荷通过上述膜 25 中的固定正电荷而减少,从而具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷的电场影响没有作用在周边电路部分 14 上。因此,可以防止由固定负电荷引起的周边电路 14 的故障。具有固定正电荷的上述膜 25 设置在上述周边电路部分 14 之上和具有固定负电荷的上述膜 22 之下的上述构造可应用于上述的固态成像装置 1、2、3 和 4,并且可以获得与固态成像装置 5 类似的效果。

[0097] 在具有固定负电荷的膜 22 上的构造中,在上述固态成像装置 4 和 5 中,设置使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使入射在至少光接收部分 12 上光色散的滤色器层和聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等。作为该构造的示例,也可以应用上述固态成像装置 1、2 和 3 的任何一个构造。

[0098] 接下来,将参考图 8 至图 10 所示的主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的实施例(第一示例)。在图 8 至图 10 中,上述的固态成像装置 1 的生产步骤示出为示例。

[0099] 如图 8(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13、其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对设置有周边电路(图中没有具体示出)的周边电路部分 14 等形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该制造方法,采用公共领域中的制造方法。

[0100] 随后,如图 8(2) 所示,降低界面态的膜 21 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,实际上,形成在上述的半导体基板 11 上。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅(SiO_2)膜形成。然后,具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的上述膜 21 上。由此空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上,必须使降低界面态的上述膜 21 形成为具有一厚度以使得空穴积聚层 23 由具有固定负电荷的上述膜 22 而形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0101] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪(HfO_2)膜、氧化铝(Al_2O_3)膜、氧化锆(ZrO_2)膜、氧化钽(Ta_2O_5)膜或氧化钛(TiO_2)膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅极绝缘膜等的使用记录。因此,已经建立了该膜的形成方法,并且可以易于执行膜的形成。关于该膜的形成方法,例如,可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法。然而,采用原子层沉积法是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成减小界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。

[0102] 就此而言,上述材料之外的可用材料的示例包括氧化镧(La_2O_3)、氧化镨(Pr_2O_3)、氧化铈(CeO_2)、氧化钕(Nd_2O_3)、氧化钷(Pm_2O_3)、氧化钐(Sm_2O_3)、氧化铕(Eu_2O_3)、氧化钆(Gd_2O_3)、氧化铽(Tb_2O_3)、氧化镝(Dy_2O_3)、氧化钬(Ho_2O_3)、氧化铒(Er_2O_3)、氧化镱(Tm_2O_3)、氧化镱(Yb_2O_3)、氧化镱(Lu_2O_3)和氧化钇(Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 也可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜或氮氧化铝膜形成。关于这些膜,例如,也可以采用化学气相沉积法、溅射法、原子层沉积法等。

[0103] 此外,关于具有固定负电荷的上述膜 22,在不影响绝缘性的范围内可以给该膜加入硅(Si)或氮(N)。其浓度在不影响绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅(Si)

或(N)的情况下,使其能够增强膜耐热性和加工期间防止离子注入的能力。

[0104] 而且,在具有固定负电荷的上述膜 22 由氧化铪 (HfO_2) 膜形成的情况下,因为氧化铪 (HfO_2) 膜的折射系数约为 2,所以通过调整其膜厚度能够获得有效的抗反射作用。实际上,对于其它类型的膜,通过根据折射系数优化膜厚度也能获得抗反射作用。

[0105] 随后,绝缘膜 41 形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上,另外,遮光膜 42 形成在上述绝缘膜 41 上。上述绝缘膜 41 例如由氧化硅膜形成。在这种条件下,上述遮光膜 42 例如由具有遮光性的金属膜形成。在遮光膜 42 隔着绝缘膜 41 形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上的情况下,可以防止由氧化铪膜等形成且具有固定负电荷的膜 22 与遮光膜 42 中的金属之间的反应。另外,因为绝缘膜 41 在蚀刻遮光膜时用作蚀刻停止层,所以可以防止具有固定负电荷的膜 22 的蚀刻损坏。

[0106] 接下来,如图 9(3) 所示,抗蚀剂掩模(图中未示出)通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的上述遮光膜 42 上,并且上述的遮光膜 42 通过采用抗蚀剂掩模的蚀刻而被加工,从而遮光膜 42 留在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的上述绝缘膜 41 上。由形成的遮光膜 42 在光接收部分 12 中形成没有光进入的区域,并且图像的黑色电平根据光接收部分 12 的输出确定。此外,因为防止了光进入周边电路部分 14 中,所以抑制了由光进入周边电路部分引起的特性的变化。

[0107] 随后,如图 9(4) 所示,减少由上述遮光膜 42 引起的高度差的绝缘膜 43 形成在上述的绝缘膜 41 上。优选绝缘膜 43 的表面是平坦的。绝缘膜 43 例如由涂覆的绝缘膜形成。

[0108] 然后,如图 10(5) 所示,滤色器层 44 通过公共领域中的生产技术形成在上述光接收部分 12 上面的绝缘膜 43 上,此外,聚光透镜 45 形成在滤色器层 44 上。同时,透光绝缘膜(图中未示出)可以形成在滤色器层 44 和聚光透镜 45 之间,以便防止透镜工作中对滤色器层 44 的工作损坏。这样,形成了固态成像装置 1。

[0109] 在上述制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的第一示例中,因为具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的膜 21 上,所以空穴积聚(空穴积聚)层 23 通过具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷导致的电场充分地形成在光接收部分 12 的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了来自该界面的电荷(电子)的产生,另外,甚至在产生电荷(电子)时,该电荷也不流入光接收部分 12 中用作势阱的电荷存储部分中,电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层 23,且被消灭。因此,能够防止界面导致的电荷引起的暗电流被光接收部分检测,并且可以抑制界面导致的暗电流。此外,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面上,所以进一步抑制界面态导致的电子的产生,从而抑制了界面态导致的作为暗电流的电子流入光接收部分 12。而且,因为采用具有固定负电荷的膜 22,所以可以形成 HAD 结构而不进行离子注入和退火。

[0110] 接下来,将参考图 11 至图 13 所示的主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的实施例(第二示例)。在图 11 至图 13 中,上述固态成像装置 2 的生产步骤示出为示例。

[0111] 如图 11(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13、以及其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对设置有周边电路(图中未具体示出)的周边电路部分 14 等形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该

制造方法,采用公共领域中的制造方法。

[0112] 随后,如图 11(2) 所示,降低界面态的膜 21 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,实际上,形成在上述半导体基板 11 上。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅 (SiO_2) 膜形成。然后,具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的上述膜 21 上。由此空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上,必须使降低界面态的上述膜 21 形成为具有一厚度以使得空穴积聚层 23 通过具有固定负电荷的上述膜 22 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0113] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪 (HfO_2) 膜、氧化铝 (Al_2O_3) 膜、氧化锆 (ZrO_2) 膜、氧化钽 (Ta_2O_5) 膜或氧化钛 (TiO_2) 膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅极绝缘膜等的使用记录。因此,已经建立了膜的形成方法,并且可以易于执行膜的形成。关于该膜的形成方法,例如,可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法。

[0114] 就此而言,上述材料之外的可用材料的示例包括氧化镧 (La_2O_3)、氧化镨 (Pr_2O_3)、氧化铈 (CeO_2)、氧化钕 (Nd_2O_3)、氧化钷 (Pm_2O_3)、氧化钐 (Sm_2O_3)、氧化铕 (Eu_2O_3)、氧化钆 (Gd_2O_3)、氧化铽 (Tb_2O_3)、氧化镝 (Dy_2O_3)、氧化钬 (Ho_2O_3)、氧化铒 (Er_2O_3)、氧化镱 (Tm_2O_3)、氧化镱 (Yb_2O_3)、氧化镱 (Lu_2O_3) 和氧化钇 (Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 也可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜或氮氧化铝膜形成。就这些膜而言,例如,也可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法等。然而,采用原子层沉积法是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成减少界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。

[0115] 此外,关于具有固定负电荷的上述膜 22,在不影响绝缘性的范围内可以给该膜加入硅 (Si) 或氮 (N)。其浓度在不影响绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅 (Si) 或氮 (N) 的情况下,使其能够在加工期间增强膜耐热性和防止离子注入的能力。

[0116] 而且,在具有固定负电荷的上述膜 22 由氧化铪 (HfO_2) 膜形成的情况下,因为氧化铪 (HfO_2) 膜的折射系数约为 2,所以通过调整其膜厚度能够获得有效的抗反射作用。实际上,关于其它类型的膜,通过根据折射系数优化膜厚度也能获得抗反射作用。

[0117] 随后,绝缘膜 41 形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上,另外,遮光膜 42 形成在上述的绝缘膜 41 上。上述绝缘膜 41 例如由氧化硅膜形成。就此而言,上述遮光膜 42 例如由具有遮光特性的金属膜形成。在遮光膜 42 隔着绝缘膜 41 形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上的情况下,可以防止由氧化铪膜等形成且具有固定负电荷的膜 22 与遮光膜 42 中的金属之间的反应。另外,因为绝缘膜 41 用作蚀刻遮光膜时的蚀刻停止层,所以可以防止对具有固定负电荷的膜 22 的蚀刻损坏。

[0118] 接下来,如图 12(3) 所示,抗蚀剂掩模 (图中未示出) 通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的上述遮光膜 42 上,并且上述的遮光膜 42 通过采用该掩模的蚀刻而被加工,从而遮光膜 42 留在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的上述遮光膜 42 上。通过产生的遮光膜 42 在光接收部分 12 中形成没有光进入的区域,并且根据光接收部分 12 的输出确定图像的黑色电平。此外,因为防止了光进入周边电路部分 14 中,所以抑制了由光进入周边电路部分引起的特性的变化。

[0119] 然后,如图 12(4) 所示,抗反射膜 46 以覆盖上述遮光膜 42 的方式形成在上述绝缘

膜 41 上。该抗反射膜 46 例如由折射系数约为 2 的氮化硅膜形成。

[0120] 随后,如图 13(5) 所示,滤色器层 44 形成在上述光接收部分 12 上面的抗反射膜上,此外,聚光透镜 45 形成在滤色器层 44 上。同时,透光绝缘膜(图中未示出)可以形成在滤色器层 44 和聚光透镜 45 之间,以便防止在透镜工作期间对滤色器层 44 的工作损坏。这样,形成了固态成像装置 2。

[0121] 根据上述制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的第二示例,可以获得与上述第一示例相类似的效果。另外,因为形成了抗反射膜 46,所以可以减少进入光接收部分 12 前的反射,并且由此可以增加如设在光接收部分 12 上的光量,从而可以改善固态成像装置 2 的灵敏度。

[0122] 接下来,将参考图 14 至图 16 所示的主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的实施例(第三示例)。在图 14 至图 16 中,上述固态成像装置 3 的生产步骤示出为示例。

[0123] 如图 14(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13、以及其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对设置有周边电路(图中未具体示出)的周边电路部分 14 形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该制造方法,采用公共领域中的制造方法。

[0124] 随后,如图 14(2) 所示,降低界面态的膜 21 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,实际上,形成在上述的半导体基板 11 上。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅(SiO_2)膜形成。然后具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的上述膜 21 上。由此空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上,必须使降低界面态的上述膜 21 形成为具有一厚度以使得空穴积聚层 23 由具有固定负电荷的上述膜 22 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0125] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪(HfO_2)膜、氧化铝(Al_2O_3)膜、氧化锆(ZrO_2)膜、氧化钽(Ta_2O_5)膜或氧化钛(TiO_2)膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅极绝缘膜等的使用记录。因此,已经建立了膜的形成方法,并且易于执行膜的形成。关于该膜的形成方法,例如,可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法。然而,采用原子层沉积法是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成减少界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。

[0126] 就此而言,上述材料之外可用材料的示例包括氧化镧(La_2O_3)、氧化镨(Pr_2O_3)、氧化铈(CeO_2)、氧化钕(Nd_2O_3)、氧化铈(Pm_2O_3)、氧化钐(Sm_2O_3)、氧化铕(Eu_2O_3)、氧化钆(Gd_2O_3)、氧化铽(Tb_2O_3)、氧化镝(Dy_2O_3)、氧化钬(Ho_2O_3)、氧化铒(Er_2O_3)、氧化镱(Tm_2O_3)、氧化镱(Yb_2O_3)、氧化镧(Lu_2O_3)和氧化钇(Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 也可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜或氮氧化铝膜形成。关于这些膜,例如,也可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法等。

[0127] 此外,关于具有固定负电荷的上述膜 22,在不影响绝缘性的范围内可以给该膜加入硅(Si)或氮(N)。其浓度在不影响绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅(Si)或氮(N)的情况下,使其能够增强膜耐热性和加工期间防止离子注入的能力。

[0128] 而且,在具有固定负电荷的上述膜 22 由氧化铪(HfO_2)膜形成的情况下,通过调整

氧化铪 (HfO_2) 膜的膜厚度能够有效获得抗反射作用。实际上,对于其它类型的膜,通过根据折射系数优化膜厚度能够获得抗反射作用。

[0129] 然后,遮光膜 42 形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上。上述的遮光膜 42 例如由具有遮光特性的金属膜形成。在遮光膜 42 直接形成在具有固定负电荷的膜 22 上的情况下,如上所述,可以使遮光膜 42 靠近半导体基板 11 的表面,并且由此减小遮光膜 42 与半导体基板 11 之间的距离,从而可以减少从相邻光敏二极管的上层倾斜入射的光成分,也就是光颜色混合成分。

[0130] 接下来,如图 15(3) 所示,抗蚀剂掩模(图中未示出)通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的上述的遮光膜 42 上,并且上述遮光膜 42 通过采用抗蚀剂掩模的蚀刻而被加工,从而遮光膜 42 留在上述光接收部分 12 的一部分和上述周边电路部分 14 上面的具有固定负电荷的上述遮光膜 42 上。通过产生的遮光膜 42 在光接收部分 12 中形成没有光进入的区域,并且根据光接收部分 12 的输出确定图像的黑色电平。此外,因为防止了光进入周边电路部分 14 中,所以抑制了由光进入周边电路部分中引起的特性的变化。

[0131] 因此,如图 15(4) 所示,抗反射膜 46 以覆盖上述遮光膜 42 的方式形成在具有固定负电荷的上述膜 22 上。该抗反射膜 46 例如由折射系数约为 2 的氮化硅膜形成。

[0132] 随后,如图 16(5) 所示,滤色器层 44 形成在上述光接收部分 12 上面的抗反射膜 46 上,此外,聚光透镜 45 形成在滤色器层 44 上。同时,透光绝缘膜(图中未示出)可以形成在滤色器层 44 和聚光透镜 45 之间,以便防止透镜工作期间对滤色器层 44 的工作损坏。这样,形成了固态成像装置 3。

[0133] 根据上述制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的第三示例,可以获得与上述第一示例类似的效果。另外,因为遮光膜 42 直接形成在具有固定负电荷的膜 22 上,可以使遮光膜 42 靠近半导体基板 11 的表面,由此减小遮光膜 42 与半导体基板 11 之间的距离,从而可以减少从相邻光敏二极管的上层倾斜入射的光成分,也就是减少光颜色混合的成分。此外,因为形成抗反射膜 46,所以在仅由具有固定负电荷的膜 22 的抗反射作用不充分的情况下,可以最大化抗反射作用。

[0134] 接下来,将参考图 17 至图 19 所示主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的实施例(第四示例)。在图 17 至图 19 中,上述固态成像装置 4 的生产步骤示出为示例。

[0135] 如图 17(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13、以及其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对设置有周边电路(例如,电路 14C)的周边电路部分 14 等形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该制造方法,采用公共领域中的制造方法。随后,形成对上述入射光具有透光性的绝缘膜 26。该绝缘膜 26 例如由氧化硅膜形成。

[0136] 然后,如图 17(2) 所示,抗蚀剂掩模 51 通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述周边电路部分 14 上面的上述绝缘膜 26 上。

[0137] 其后,如图 18(3) 所示,上述绝缘膜 26 通过采用上述抗蚀剂掩模 51(参考上述的图 17(2))而被加工,从而绝缘膜 26 留在上述周边电路部分 14 上。随后,去除上述的抗蚀剂掩模 51。

[0138] 接下来,如图 18(4) 所示,覆盖上述绝缘膜 26 且降低界面态的膜 21 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,实际上,形成在上述半导体基板 11 上。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅 (SiO_2) 膜形成。

[0139] 然后,如图 19(5) 所示,具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的上述膜 21 上。由此空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上,必须使降低界面态的上述膜 21 形成为具有一厚度以使得空穴积聚层 23 通过具有固定负电荷的上述膜 22 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0140] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪 (HfO_2) 膜、氧化铝 (Al_2O_3) 膜、氧化锆 (ZrO_2) 膜、氧化钽 (Ta_2O_5) 膜或氧化钛 (TiO_2) 膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅极绝缘膜等的使用记录。因此,已经建立了膜的形成方法,并且可以易于执行膜的形成。关于膜的形成方法,例如可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法。然而,采用原子层沉积是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成减小界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。

[0141] 就此而言,上述材料之外的可用材料的示例包括氧化镧 (La_2O_3)、氧化镨 (Pr_2O_3)、氧化铈 (CeO_2)、氧化钕 (Nd_2O_3)、氧化钷 (Pm_2O_3)、氧化钐 (Sm_2O_3)、氧化铕 (Eu_2O_3)、氧化钆 (Gd_2O_3)、氧化铽 (Tb_2O_3)、氧化镝 (Dy_2O_3)、氧化钬 (Ho_2O_3)、氧化铒 (Er_2O_3)、氧化镱 (Tm_2O_3)、氧化镱 (Yb_2O_3)、氧化镱 (Lu_2O_3) 和氧化钇 (Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 也可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜或氮氧化铝膜形成。关于这些膜,例如,也可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法等。

[0142] 此外,关于具有固定负电荷的上述膜 22,在不影响绝缘性的范围内可以给该膜加入硅 (Si) 或氮 (N)。其浓度在不影响绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅 (Si) 或氮 (N) 的情况下,使其能够增强膜的耐热性以及在加工期间防止离子注入的能力。

[0143] 而且,在具有固定负电荷的上述膜 22 由氧化铪 (HfO_2) 膜形成的情况下,通过调整其膜厚度能够有效获得抗反射作用,这是因为氧化铪 (HfO_2) 膜的折射系数约为 2。实际上,对于其它类型的膜,通过根据折射系数优化膜厚度也能够获得抗反射作用。

[0144] 在上述的固态成像装置 4 的构造中,在具有固定负电荷的膜 22 上,设置使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使至少入射在光接收部分 12 上的光色散的滤色器层以及聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等。作为该构造的示例,也可以应用上述的固态成像装置 1、2 和 3 的任何一个构造。

[0145] 在上述的制造固态成像装置的方法 (第一制造方法) 的第四示例中,因为具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的膜 21 上,所以空穴积聚 (空穴积聚) 层 23 由具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷导致的电场充分形成在光接收部分 12 的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了从该界面产生电荷 (电子),另外,甚至在产生电荷 (电子) 时,该电荷也不流入光接收部分 12 中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层,且被消灭。因此,能够防止该界面导致的电荷引起的暗电流被光接收部分检测,并且可以抑制界面态导致的暗电流。此外,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面上,所以进一步抑制界面态导致的电子的产生,从而抑制了界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分 12 中。而且,因为采用具有固定负电荷的膜 22,所以可

以形成 HAD 结构而不进行离子注入和退火。

[0146] 另外,因为绝缘膜 26 设置在周边电路部分 14 上,所以在周边电路部分 14 上距具有固定负电荷的膜 22 的距离变为大于在光接收部分 12 上距具有固定负电荷的膜的距离。因此,缓解了从具有固定负电荷的膜 22 施加给周边电路部分 14 的负电场。就是说,减少了具有固定负电荷的膜 22 作用在周边电路部分 14 上的影响。因此,防止了由于基于具有固定负电荷的膜 22 的负电场引起的周边电路部分 14 的故障。

[0147] 接下来,将参考图 20 和图 21 所示的主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的实施例(第五示例)。在图 20 和图 21 中,上述固态成像装置 5 的生产步骤示出为示例。

[0148] 如图 20(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13、以及其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对设置有周边电路(例如,电路 14C)的周边电路部分 14 形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该制造方法,采用公共领域中的制造方法。随后,形成相对于上述入射光具有透光性且降低界面态的膜 21。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅膜形成。此外,保持具有固定负电荷的膜远离光接收表面的表面的膜 25 形成在降低界面态的上述膜 21 上。所希望的是上述膜 25 具有固定正电荷,以抵消固定负电荷的影响,并且优选采用氮化硅。

[0149] 至少在光接收部分 12 上,有必要使降低界面态的上述膜 21 成为具有一膜厚度以使得稍后描述的空穴积聚层 23 由稍后描述且具有固定负电荷的上述膜 22 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0150] 然后,如图 20(2) 所示,抗蚀剂掩模 52 通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述周边电路部分 14 上面的具有固定正电荷的上述膜 25 上。

[0151] 其后,如图 21(3) 所示,具有固定正电荷的上述膜 25 通过采用上述抗蚀剂掩模 52(参考上述的图 20(2))的蚀刻而被加工,从而具有固定正电荷的上述膜 25 留在上述周边电路部分 14 上。随后,去除上述的抗蚀剂掩模 52。

[0152] 接下来,如图 21(4) 所示,具有固定负电荷且覆盖具有固定正电荷的上述膜 25 的膜 22,形成在降低界面态的上述膜 21 上。

[0153] 具有固定负电荷的上述膜 22 例如由氧化铪(HfO_2)膜、氧化铝(Al_2O_3)膜、氧化锆(ZrO_2)膜、氧化钽(Ta_2O_5)膜或氧化钛(TiO_2)膜形成。上述类型的上述膜具有绝缘栅型场效应晶体管的栅极绝缘膜等的使用记录。因此,已经建立了膜的形成方法,并且可以易于执行膜的形成。关于膜形成方法,例如可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法。然而,采用原子层沉积法是合适的,这是因为在膜形成期间可以同时形成减少界面态的约 1nm 的 SiO_2 层。

[0154] 就此而言,上述之外的可用材料的示例包括氧化镧(La_2O_3)、氧化镨(Pr_2O_3)、氧化铈(CeO_2)、氧化钕(Nd_2O_3)、氧化钐(Pm_2O_3)、氧化钆(Sm_2O_3)、氧化铕(Eu_2O_3)、氧化钇(Gd_2O_3)、氧化铽(Tb_2O_3)、氧化镝(Dy_2O_3)、氧化铟(Ho_2O_3)、氧化铒(Er_2O_3)、氧化铥(Tm_2O_3)、氧化镱(Yb_2O_3)、氧化镱(Lu_2O_3)和氧化钇(Y_2O_3)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 也可以由氮化铪膜、氮化铝膜、氮氧化铪膜或氮氧化铝膜形成。关于这些膜,例如,也可以采用化学气相沉积法、溅射法和原子层沉积法等。

[0155] 此外,关于具有固定负电荷的上述膜 22,在不影响绝缘性的范围内可以给该膜加

入硅 (Si) 或氮 (N)。其浓度在不影响绝缘性的范围内适当确定。在如上所述加入硅 (Si) 或氮 (N) 的情况下,使其能够增强膜耐热性和加工期间防止离子注入的能力。

[0156] 而且,在具有固定负电荷的上述膜 22 由氧化铪 (HfO_2) 膜形成的情况下,通过调整氧化铪 (HfO_2) 膜的膜厚度能够有效获得抗反射作用。实际上,对于其它类型的膜,通过根据折射系数优化膜厚度能够获得抗反射作用。

[0157] 在上述的固态成像装置 5 的构造中,在具有固定负电荷的膜 22 上,设置使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使入射在至少光接收部分 12 的光色散的滤色器层以及聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等。作为该构造的示例,也可以应用上述的固态成像装置 1、2 和 3 的任何一个构造。在上述的制造固态成像装置的方法 (第一制造方法) 的第五示例中,因为具有固定负电荷的膜 22 形成在降低界面态的膜 21 上,所以空穴积聚 (空穴积聚) 层 23 通过具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷导致的电场充分形成在光接收部分 12 的光接收表面侧的界面处。因此,抑制了来自该界面的电荷 (电子) 的产生,另外,甚至在产生电荷 (电子) 时,该电荷也不流入光接收部分 12 中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层 23,且可被消灭。因此,能够防止界面导致的电荷引起的暗电流被光接收部分检测,并且可以抑制界面态导致的暗电流。此外,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面上,所以进一步抑制界面态导致的电子的产生,从而抑制了界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分 12 中。而且,因为采用具有固定负电荷的膜 22,所以可以形成 HAD 结构而不进行离子注入和退火。

[0158] 另外,因为优选具有固定正电荷且保持具有固定负电荷的膜远离光接收表面的表面的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 的上面和具有固定负电荷的上述膜 22 的下面,所以具有负电荷的膜 22 的固定负电荷由具有固定正电荷的膜 25 中的固定正电荷减少,从而由具有固定负电荷的膜 22 中的固定负电荷的电场造成的影响没有作用在周边电路部分 14 上。因此,可以防止由固定负电荷引起的周边电路部分 14 的故障。

[0159] 这里,关于作为具有固定负电荷的膜示例的氧化铪 (HfO_2) 膜,将参考图 22 描述表示固定负电荷存在的数据。

[0160] 关于第一示例,准备 MOS 电容器,其中栅极电极隔着热氧化硅 (SiO_2) 膜形成在硅基板上,其中改变上述热氧化硅膜的膜厚度。

[0161] 关于第二示例,准备 MOS 电容器,其中栅极电极隔着 CVD 氧化硅 (CVD-SiO_2) 膜形成在硅基板上,其中改变上述 CVD 氧化硅膜的膜厚度。

[0162] 关于第三示例,准备 MOS 电容器,其中栅极电极隔着层叠的膜形成在硅基板上,该层叠的膜由依次层叠的臭氧氧化硅 ($\text{O}_3\text{-SiO}_2$) 膜、氧化铪 (HfO_2) 膜和 CVD 氧化硅 (SiO_2) 膜组成,其中改变上述 CVD 氧化硅膜的膜厚度。在这点上,固定 HfO_2 膜和 $\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 膜的膜厚度。

[0163] 在上述示例的每一个中,CVD- SiO_2 膜通过采用甲硅烷 (SiH_4) 和氧 (O_2) 的混合气体由 CVD 法形成,并且 HfO_2 膜通过 ALD 法形成,其中四乙基甲基氨基-铪 (tetraakisethylmethyl-amino hafnium:TEMAHf) 和臭氧 (O_3) 用作原料。上述第三示例中的 $\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 膜是界面氧化膜,在 HfO_2 膜形成中通过 ALD 法形成在 HfO_2 和硅基板之间,且具有约 1nm 的厚度。关于上述各示例每个栅极电极,采用铝 (Al) 膜、氮化钛 (TiN) 膜和钛 (Ti) 膜从上层依次层叠的结构。

[0164] 就此而言,关于上述样品结构,在第一样品和第二样品中,栅极电极形成在 SiO_2 膜的正上方,然而只有包括 HfO_2 膜的第三样品的结构为 CVD- SiO_2 膜层叠在 HfO_2 膜上。其原因是通过使 HfO_2 与电极直接接触而防止 HfO_2 与界面处的栅极电极之间发生反应。

[0165] 此外,在第三样品的层叠结构中, HfO_2 膜厚度固定在 10nm,并且改变用作上层的 CVD- SiO_2 膜的膜厚度。其原因是 HfO_2 具有大的特定介电常数,因此,甚至在形成 10nm 水平的膜厚度时,氧化膜换算 (in terms of oxide film) 的膜厚度为几纳米。因此,难于观察平带电压 (flat band voltage) V_{fb} 对氧化膜换算的膜厚度的变化。

[0166] 关于上述的第一样品、第二样品和第三样品,检测氧化膜换算的膜厚度 T_{ox} 对平带电压 V_{fb} 。其结果如图 22 所示。

[0167] 如图 22 所示,关于包括热氧化 (热- SiO_2) 膜的第一样品和包括 CVD- SiO_2 膜的第二样品,随着膜厚度的增加,平带电压在负方向上移动。另一方面,确定的是仅关于包括 HfO_2 膜的第三样品,平带电压随着膜厚度的增加而在正方向上移动。从平带电压的情况清楚可见,负电荷存在于 HfO_2 膜的膜中。而且,已知的是, HfO_2 之外构成具有固定负电荷的膜的上述各材料与 HfO_2 类似地具有固定负电荷。

[0168] 另外,上述各样品的界面态密度的数据如图 23 所示。在图 23 中,采用图 22 中具有约 40nm 的几乎相等的 T_{ox} 的第一样品、第二样品和第三样品比较界面态密度 D_{it} 。

[0169] 结果,如图 23 所示,包括热氧化物 (热- SiO_2) 膜的第一样品的特性为 $2E10 (/ \text{cm}^2 \cdot \text{eV})$,而包括 CVD- SiO_2 膜的第二样品的界面态显示出恶化一个数量级的结果。另一方面,确定的是包括 HfO_2 膜的第三样品具有约 $3E10 / \text{cm}^2 \cdot \text{eV}$ 的良好的界面,并且接近热氧化膜。此外,已知的是, HfO_2 之外构成具有固定负电荷膜的上述各材料具有良好的界面态,与 HfO_2 类似接近热氧化膜。

[0170] 接下来,在形成具有固定正电荷的膜 25 的情况下,检测氧化膜换算的膜厚度 T_{ox} 对平带电压 V_{fb} 。其结果如图 24 所示。

[0171] 如图 24 所示,在平带电压大于热氧化膜的平带电压的情况下,膜中存在负电压,并且硅 (Si) 表面形成空穴。这样层叠膜的示例包括 HfO_2 膜和 CVD- SiO_2 膜从下层依次层叠在硅 (Si) 基板表面的膜。另一方面,在平带电压小于热氧化膜的平带电压的情况下,膜中存在正电压,并且硅 (Si) 表面形成电子 (电子)。这样层叠膜的示例包括 CVD- SiO_2 膜、CVD- SiN 膜、 HfO_2 膜和 CVD- SiO_2 膜从下层依次层叠在硅 (Si) 基板表面上的膜。这里,如果 CVD- SiN 膜的膜厚度增加,则与热氧化膜的平带电压相比,平带电压显著地在负方向上移动。此外,在 CVD- SiO_2 膜中正电荷的影响抵消了氧化铪 (HfO_2) 的负电荷。

[0172] 关于上述各示例中的固态成像装置 1 至固态成像装置 5,如上所述,在具有固定负电荷的膜 22 中包含氮 (N) 的情况下,在形成具有固定负电荷的膜 22 后,通过用高频等离子体或微波等离子体的氮化处理可以包含氮 (N)。而且,具有固定负电荷的上述膜 22 在膜形成后通过电子束辐射而经受电子束固化处理 (curing treatment),由此可以增加膜中的固定负电荷。

[0173] 接下来,将参考图 25 所示的主要部分构造的截面图,描述根据本发明的固态成像装置 (第二固态成像装置) 的实施例 (第一示例)。就此而言,在图 25 中,图中没有示出使光接收部分的一部分和周边电路部分遮光的遮光膜、使入射在光接收部分上光色散的滤色器层和聚集光接收部分上的入射光的聚光透镜等。

[0174] 如图 25 所示, 固态成像装置 6 包括半导体基板 (或半导体层) 11 上对入射光进行光电转换的光接收部分 12, 并且包括周边电路部分 14, 其中周边电路隔着像素隔离区域 13 (例如, 电路 14C) 设置在光接收部分 12 旁边的部分上。绝缘膜 27 设置在上述光接收部分 (包括稍后描述的空穴积聚层 23) 12 的光接收表面 12s。该绝缘膜 27 例如由氧化硅 (SiO_2) 膜形成。施加负电压的膜 28 设置在上述绝缘膜 27 上。

[0175] 在该图中, 上述绝缘膜 27 设置为使得周边电路部分 14 上面的厚度大于上述光接收部分 12 上面的厚度, 从而施加负电压的上述膜 28 距上述周边电路部分 14 的表面的距离变得大于施加负电压的上述膜 28 距上述光接收部分 12 表面的距离。此外, 在上述绝缘膜 27 例如由氧化硅膜形成的情况下, 该绝缘膜 27 具有与光接收部分 12 上降低界面态的上述膜 21 类似的功能。出于这样的目的, 优选上述光接收部分 12 的上述绝缘膜 27 设置为具有例如 1 原子层以上, 且 100nm 以下的膜厚度。因此, 在给施加负电压的膜 28 施加负电压时, 空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。

[0176] 在上述固态成像装置 6 为 CMOS 成像传感器的情况下, 上述周边电路部分 14 的周边电路的示例包括由晶体管组成的像素电路, 该晶体管例如为传输晶体管、复位晶体管、放大晶体管和选择晶体管。此外, 包括实现在由多个光接收部分 12 组成的阵列中读取要被读取的行的信号的操作的驱动电路、传输读取信号的垂直扫描电路、移位寄存器或地址解码器和水平扫描电路等。

[0177] 作为选择, 在上述的固态成像装置 6 为 CCD 成像传感器的情况下, 上述周边电路部分 14 的周边电路的示例包括读取栅极和垂直电荷传输部分, 读取栅极将来自光接收部分的光电转换信号电荷读出到垂直传输栅极, 垂直电荷传输部分在垂直方向上传输读取的信号电荷。此外, 包括水平电荷传输部分等。

[0178] 施加负电压的上述膜 28 例如由相对于入射光为透明且具有导电性的膜形成, 并且例如由相对于可见光为透明的导电膜形成。对于该膜, 可以采用铟锡氧化物膜、铟锌氧化物膜或者铟氧化物膜、锡氧化物膜或镓锌氧化物膜等。

[0179] 关于在上述固态成像装置 6 中的构造, 在施加负电压的膜 28 上, 设置使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使入射在至少光接收部分 12 上光色散的滤色器层和聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等。作为该构造的示例, 也可以应用上述固态成像装置 1、2 和 3 的任何一个构造。

[0180] 在上述固态成像装置 (第二固态成像装置) 6 中, 因为施加负电压的膜 28 设置在绝缘膜 27 上, 绝缘膜 27 设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 上, 所以空穴积聚 (空穴积聚) 层通过给施加负电压的膜 28 施加负电压产生的电场充分地形成在光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。因此, 抑制了从界面产生的电荷 (电子), 另外, 甚至在从界面产生电荷 (电子) 时, 该电荷也不流入用作光接收部分中势阱的电荷存储部分中, 该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层 23, 并且可以被消灭。因此, 能够防止界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分 12 检测到, 并且可以抑制界面态导致的暗电流。而且, 因为用作降低界面态的绝缘膜 27 设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s, 所以进一步抑制界面态导致的电子的产生, 从而抑制了成为暗电流且由界面态导致的电子流入光接收部分 12 中。

[0181] 另外, 如图所示, 通过绝缘膜 27 使得施加负电压的上述膜 28 距上述周边电路部分 14 的表面的距离大于施加负电压的上述膜 28 距上述光接收部分 12 表面的距离。因此, 减

少了在给施加负电压的膜 28 施加负电压时产生的电场对周边电路部分 14 的影响。因此，可以消除在周边电路部分 14 中的电路故障。

[0182] 接下来，将参考图 26 所示的主要部分构造的截面图，描述固态成像装置（第二固态成像装置）的实施例（第二示例）。就此而言，在图 26 中，图中未示出使光接收部分的一部分和周边电路部分遮光的遮光膜、使入射在光接收部分上的光色散的滤色器层和聚集光接收部分上的入射光的聚光透镜等。

[0183] 如图 26 所示，在固态成像装置 7 中，使施加负电压的膜远离光接收表面的表面的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 中，实际上，设置在上述的固态成像装置 6 中的绝缘膜 27 和施加负电压的上述膜 28 之间。所希望的是上述膜 25 具有固定正电荷，以抵消负电压的影响。具有固定正电荷的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 的上面及施加负电压的上述膜 28 的下面就足够了，而与设置在上述绝缘膜 27 上或绝缘膜 27 下无关。此外，该图示出了绝缘膜 27 由具有均匀厚度的膜形成的情况。然而，与上述的固态成像装置 6 一样，绝缘膜在周边电路部分 14 上的厚度可以大于在光接收部分 12 上面的厚度。

[0184] 作为具有固定正电荷的上述膜 25 的示例，该膜 25 是氮化硅膜。

[0185] 如上所述，因为具有固定正电荷的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 和施加负电压的上述膜 28 之间，所以给施加负电压的膜 28 施加负电压时产生的负电场由具有固定正电荷的膜 25 中的固定正电荷减少。因此，由该负电场引起的影响没有作用在周边电路部分 14 上。因此，可以防止由负电场引起的周边电路部分 14 的故障，并且增强周边电路部分 14 的可靠性。上述构造也可以应用于上述固态成像装置 6，并且可以获得与固态成像装置 7 类似的效果，在该构造中具有固定正电荷的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 的上面及施加负电压的上述膜 28 的下面。

[0186] 接下来，将参考图 27 至图 29 所示的主要部分的生产步骤截面图，描述根据本发明的制造固态成像装置的方法（第二制造方法）的实施例（第一示例）。在图 27 至图 29 中，上述固态成像装置 4 的生产步骤示出为示例。

[0187] 如图 27(1) 所示，对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13 和其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对地设置有周边电路（例如，电路 14C）的周边电路部分 14 等形成在半导体基板（或半导体层）11 上。关于该制造方法，采用公共领域中的制造方法。随后，形成相对于上述入射光具有透光性的绝缘膜 29。该绝缘膜 29 例如由氧化硅膜形成。

[0188] 然后，如图 27(2) 所示，抗蚀剂掩模 53 通过涂覆抗蚀剂和光刻技术形成在上述周边电路部分 14 上面的上述绝缘膜 29 上。

[0189] 其后，如图 28(3) 所示，上述绝缘膜 29 通过采用上述抗蚀剂掩模 53（参考上述的图 27(2)）的蚀刻而被加工，从而绝缘膜 29 留在上述周边电路部分 14 上。随后，去除上述抗蚀剂掩模 53。

[0190] 接下来，如图 28(4) 所示，覆盖上述绝缘膜 29 且降低界面态的膜 21 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s，实际上，形成在上述的半导体基板 11 上。降低界面态的膜 21 例如由氧化硅（ SiO_2 ）膜形成。这样，绝缘膜 27 由上述绝缘膜 29 和降低界面态的上述膜 21 形成。

[0191] 然后，如图 29(5) 所示，施加负电压的膜 28 形成在降低界面态的上述膜 21 上。通

过给施加负电压的膜 28 施加负电压,空穴积聚层 23 形成在上述光接收部分 12 的光接收表面侧。因此,至少在光接收部分 12 上,必须使降低界面态的上述膜 21 形成为一膜厚度以使得空穴积聚层 23 通过给施加负电压的上述膜 28 施加负电压而形成在上述的光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0192] 施加负电压的上述膜 28 例如由相对于入射光为透明且具有导电性的膜形成,并且例如由相对于可见光透明的导电膜形成。对于该膜,可以采用铟锡氧化物膜、铟锌氧化物膜或铟氧化物膜、锡氧化物膜或镓锌氧化物膜等。

[0193] 在上述固态成像装置 6 中,在施加负电压的膜 28 上设置使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使入射在至少光接收部分 12 上的光色散的滤色器层和聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等。关于制造方法,作为示例,也可以应用上述制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的各示例中描述的任何一种方法。

[0194] 在制造上述固态成像装置 6 的方法(第二制造方法)的第一示例中,因为施加负电压的膜 28 形成在设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 的绝缘膜 27 上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过给施加负电压的膜 28 施加负电压所产生的电场充分形成在光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面处。因此,抑制了由界面产生的电荷(电子),另外,甚至在产生电荷(电子)时,该电荷也不流入用作光接收部分中的势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层 23,并且可以被消灭。因此,可以防止由界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分 12 检测,并且可以抑制由界面态导致的暗电流。而且,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 上,所以进一步抑制由界面态导致电子的产生,从而抑制了界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分 12 中。

[0195] 另外,如图所示,绝缘膜 27 设置为在周边电路部分 14 上面的厚度大于绝缘膜 27 在上述的光接收部分 12 上面的厚度,从而该绝缘膜 27 使得施加负电压的上述膜 28 距上述周边电路部分 14 的表面的距离变为大于施加负电压的上述膜 28 距上述光接收部分 12 表面的距离。因此,减少了给施加负电压的膜 28 施加负电压时产生的电场对周边电路部分 14 的影响。就是说,减小了场强,抑制了空穴在周边电路部分 14 表面上的积聚,并且由此可以消除在周边电路部分 14 中的电路故障。

[0196] 接下来,将参考图 30 和图 31 所示主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第二制造方法)的实施例(第二示例)。在图 30 和图 31 中,上述固态成像装置 4 的生产步骤示出为示例。

[0197] 如图 30(1) 所示,对入射光进行光电转换的光接收部分 12、隔离光接收部分 12 的像素隔离区域 13 和其中隔着像素隔离区域 13 与光接收部分 12 相对地设置有周边电路(例如,电路 14C)的周边电路部分 14 等形成在半导体基板(或半导体层)11 上。关于该制造方法,采用公共领域中的制造方法。随后,形成相对于上述入射光具有透光性的绝缘膜 27。该绝缘膜 27 例如由氧化硅膜形成。此外,具有固定正电荷的膜 25 形成在上述绝缘膜 27 上。具有固定正电荷的该膜 25 例如由氮化硅膜形成。

[0198] 然后,如图 30(2) 所示,抗蚀剂掩模 54 通过抗蚀剂涂覆和光刻技术形成在上述周边电路部分 14 上面的具有固定正电荷的上述膜 25 上。

[0199] 其后,如图 31(3) 所示,具有固定正电荷的上述膜 25 通过采用上述抗蚀剂掩模 54(参考上述的图 30(2))的蚀刻而被加工,从而具有固定正电荷的膜 25 留在上述周边电路

部分 14 上。随后,去除上述抗蚀剂掩模 54。

[0200] 接下来,如图 31(4) 所示,施加负电压的膜 28 形成在上述绝缘膜 27 和具有固定正电荷的上述膜 25 上。通过给施加负电压的膜 28 施加负电压,空穴积聚层 23 形成在上述的光接收部分 12 的光接收表面侧。同时,上述的绝缘膜 27 允许用作降低界面态的膜。出于这样的目的,至少在光接收部分 12 上,必须使上述绝缘膜 27 形成为具有一厚度以使得空穴积聚层 23 通过给施加负电压的膜 28 施加的负电压而形成在上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。其膜厚度例如规定为 1 原子层以上,且 100nm 以下。

[0201] 施加负电压的上述膜 28 例如由相对于入射光透明且具有导电性的膜形成,例如由相对于可见光透明的导电膜形成。对于该膜,可以采用铟锡氧化物膜、铟锌氧化物膜或铟氧化物膜、锡氧化物膜或镓锌氧化物膜等。

[0202] 在上述固态成像装置 7 中,尽管图中未示出,但是使光接收部分 12 的一部分和周边电路部分 14 遮光的遮光膜、使至少入射在光接收部分 12 上的光色散的滤色器层和聚集光接收部分 12 上入射光的聚光透镜等设置在施加负电压的膜 28 上。关于其制造方法,作为示例,也可以应用上述制造固态成像装置的方法(第一制造方法)的各示例中描述的任何一种方法。

[0203] 在制造固态成像装置 7 的上述方法(第二制造方法)的第二示例中,因为施加负电压的膜 28 形成在设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 的绝缘膜 27 上,所以空穴积聚(空穴积聚)层通过给施加负电压的膜 28 施加负电压所产生的电场充分地形成在光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面处。因此,抑制了从界面产生的电荷(电子),另外,甚至在从界面产生电荷(电子)时,该电荷也不流入光接收部分中用作势阱的电荷存储部分中,该电荷流过其中存在很多空穴的空穴积聚层 23,并且可以被消灭。因此,可以防止由该界面导致的电荷成为暗电流且被光接收部分 12 检测,并且可以抑制由界面态导致的暗电流。而且,因为降低界面态的膜 21 设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s,所以进一步抑制由界面态导致产生电子,从而抑制了由界面态导致的成为暗电流的电子流入光接收部分 12 中。

[0204] 另外,因为具有固定正电荷的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 和施加负电压的上述膜 28 之间,所以通过具有固定正电荷的膜 25 中的固定正电荷减少了给施加负电压的膜 28 施加负电压时产生的负电场。因此,由该负电场引起的没有作用在周边电路部分 14 上。因此,可以防止由负电场引起的周边电路部分 14 的故障。上述构造也可以应用于上述的固态成像装置 6,并且可以获得与固态成像装置 7 类似的效果,在该构造中具有固定正电荷的膜 25 设置在上述周边电路部分 14 的上面及施加负电压的上述膜 28 的下面。

[0205] 接下来,将参考图 32 所示的主要部分构造的截面图,描述固态成像装置(第三固态成像装置)的实施例(示例)。就此而言,在图 32 中,主要示出了光接收部分,而在图中未示出周边电路部分、配线层、使光接收部分的一部分和周边电路部分遮光的遮光膜、使光接收部分上入射光色散的滤色器层和聚集光接收部分上的入射光的聚光透镜等。

[0206] 如图 32 所示,固态成像装置 8 包括在半导体基板(或半导体层)11 上对入射光进行光电转换的光接收部分 12。绝缘膜 31 设置在该光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧。该绝缘膜 31 例如由氧化硅(SiO_2)膜形成。膜(下文称为空穴积聚辅助膜)32 设置在上述绝缘膜 31 上,膜 32 的功函数值大于上述进行光电转换的光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数值。空穴积聚层 23 基于该功函数差形成。该空穴积聚辅助膜 32 不必电连接

到其他元件和配线,因此,可以是绝缘膜或具有导电性的金属膜。

[0207] 此外,例如,由多个配线 71 和绝缘膜 72 组成的配线层 73 设置在半导体基板 11 提供有上述光接收部分 12 的光入射侧的相反侧。另外,配线层 73 由支撑基板 74 支撑。

[0208] 例如,因为空穴积聚层 23 由硅 (Si) 形成,所以其功函数值约为 5.1eV。因此,上述空穴积聚辅助膜 32 的功函数值大于 5.1 就足够了。

[0209] 例如,在采用金属膜的情况下,根据理科年表 (Chronological Scientific Tables),铯 (110) 膜的功函数值为 5.42,铯 (111) 膜的功函数值为 5.76,镍膜的功函数值为 5.15,钪膜的功函数值为 5.55,钪膜的功函数值为 5.93,金 (100) 膜的功函数值为 5.47,金 (110) 膜的功函数值为 5.37,而铂膜的功函数值为 5.64。这些膜可以用作上述空穴积聚辅助膜 32。甚至上述之外的膜可以用作空穴积聚辅助膜 32,只要该膜的功函数值大于光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数值的金属膜。就此而言,用作透明电极的 ITO(In_2O_3) 的功函数值设定为 4.8eV。通过膜形成方法或杂质的引入可以控制氧化物半导体的功函数。

[0210] 上述空穴积聚辅助膜 32 设置在光入射侧,因此,重要的是形成为具有适合于透射入射光的膜厚度。关于其入射光透射率,优选具有尽可能高的透射率。例如,优选保证 95% 或更高的透射率。

[0211] 此外,空穴积聚辅助膜 32 可以利用与光接收部分 12 的表面的功函数的功函数差就足够了,而不存在电阻值的下限。因此,例如,甚至在采用导电膜的情况下,也不需要形成大的膜厚度。例如,在入射光强度设定为 I_0 ,而吸收系数设定为 α (其中 $\alpha = (4\pi k)/\lambda$, k 是波尔兹曼常数,而 λ 是入射光的波长),深度 z 位置上的光强度由 $I(z) = I_0 \exp(-\alpha \cdot z)$ 表示。因此, $I(z)/I_0 = 0.8$ 处的厚度例如确定为铯膜的 1.9nm、金膜的 4.8nm 和铂膜的 3.4nm,尽管差别取决于膜的类型。然而,可以清楚的是优选 2nm 或更小。

[0212] 而且,上述空穴积聚辅助膜 32 可以是有机膜。例如,可以采用聚乙烯二氧噻吩 (polyethylenedioxythiophene)。如上所述,上述空穴积聚辅助膜 32 可以是导电膜、绝缘膜或半导体膜,只要该膜的功函数值高于光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数值。

[0213] 上述固态成像装置 8 包括膜 (空穴积聚辅助膜) 32,其功函数值大于设置在光接收部分 12 上的绝缘膜 31 上的上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数,并且由此增加了空穴积聚层 23 的空穴积聚效率,从而设置在光接收部分 12 的光接收侧界面处的空穴积聚层 23 可以积聚充分的空穴。因此减少暗电流。

[0214] 接下来,将参考图 33 描述包括空穴积聚辅助膜 32 的固态成像装置构造的示例。图 33 示出了 CMOS 图像传感器。

[0215] 如图 33 所示,在半导体基板 11 上设置包括将入射光转换成电信号的光接收部分 (例如,光敏二极管) 12 的多个像素部分 61 和由传输晶体管、放大晶体管、复位晶体管等 (图中示出了它们的一部分) 组成的晶体管组 55。关于上述半导体基板 11,例如,采用硅基板。此外,设置信号处理部分 (图中未示出) 以处理从各光接收部分 12 读取的信号电荷。

[0216] 元件隔离区域 13 设置在上述像素部分 61 周围的一部分中,例如,在纵向方向或横向方向的像素部分 61 之间。

[0217] 另外,配线层 73 设置在半导体基板 11 (在图中,在半导体基板 11 的下方) 提供有

上述光接收部分 12 的表面侧。该配线层 73 由配线 71 和覆盖配线 71 的绝缘膜 72 组成。上述配线层 73 提供有支撑基板 74。该支撑基板 74 例如由硅基板形成。

[0218] 此外,在上述的固态成像装置 8 中,空穴积聚层 23 设置在半导体基板 11 的后表面侧,并且上述空穴积聚辅助膜 32 隔着绝缘膜 31 设置在其上表面上。而且,有机滤色器 44 隔着绝缘膜(图中未示出)设置其上。例如,该滤色器 44 根据上述光接收部分 12 而设置,并且例如由以格子图案排列的蓝(Blue)、红(Red)和绿(Green)有机滤色器形成。另外,将入射光会聚到每个光接收部分 12 的聚光透镜 45 设置在每个有机滤色器 44 上。

[0219] 接下来,将参考图 34 所示的流程图、图 35 所示的生产步骤截面图以及图 36 所示的主要部分的生产步骤截面图,描述根据本发明的制造固态成像装置的方法(第三制造方法)的实施例(第一示例)。在图 34 至图 36 中,上述固态成像装置 8 的生产步骤示出为示例。

[0220] 如图 34(1)和图 35(1)所示,首先,准备 SOI 基板 81,其中硅层 84 隔着绝缘层(例如,氧化硅层)83 设置在硅基板 82 上,并且用于对准的后表面标记 85 形成在硅层 84 中。

[0221] 随后,如图 34(2)和图 35(2)所示,在 SOI 基板 81 的硅层 84 上进行元件隔离区域(图中未示出)的形成、空穴积聚层 23 的形成、光接收部分 12 的形成、晶体管组 55 的形成和配线层 73 的形成等。其中,空穴积聚层 23 可以在下游工艺中基板厚度减少后的步骤中形成。

[0222] 然后,如图 34(3)和图 35(3)所示,配线层 73 和支撑基板 74 连接在一起。

[0223] 其后,如图 34(4)和图 35(4)所示,执行 SOI 基板 81 的厚度减少。这里,例如通过研磨和抛光去除硅基板 82。

[0224] 尽管图中未示出,但是上述空穴积聚层 23 可以在从 SOI 基板 81 去除绝缘层 83 并且进行杂质的引入和激活处理后通过形成盖膜(图中未示出)来形成。作为示例,30nm 厚度的等离子体-TEOS 氧化硅膜形成成为盖膜,并且通过硼离子注入进行杂质的引入。关于离子注入的条件,例如,注入能量设定在 20keV,掺杂量设定为 $1 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ 。就此而言,优选通过 400℃或更低温度下的退火执行激活,从而配线层 73 和支撑基板 74 之间的连接没有被破坏。随后,例如通过稀释的氢氟酸处理去除上述盖层。同时,可以从 SOI 基板 81 去除绝缘层 83。

[0225] 这样,如图 36(1)所示,空穴积聚层 23 形成在光接收部分 12 上。

[0226] 接下来,如图 36(2)所示,绝缘膜 31 形成在空穴积聚层 23 上(光入射侧)。作为示例,形成厚度为 30nm 的等离子体-TEOS 氧化硅膜。

[0227] 然后,如图 36(3)所示,在上述绝缘膜 31(光入射侧)上形成空穴积聚辅助膜 32,空穴积聚辅助膜 32 是功函数值大于上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数值(功函数值约为 5.1eV)。作为示例,金属薄膜且功函数值为 5.6eV 的铂(Pt)膜通过溅射形成成为 3nm 的厚度。其它金属薄膜的候选示例包括铱(Ir)、铼(Re)、镍(Ni)、钯(Pd)、钴(Co)、钌(Ru)、铑(Rh)、锇(Os)和金(Au)。实际上,可以采用合金。

[0228] 就此而言,关于在该示例中上述空穴积聚辅助膜 32 的材料,甚至可以采用 ITO(In_2O_3),这是因为光接收部分的光接收表面侧的界面的功函数值约为 5.1eV。ITO 可以具有 4.5eV 至 5.6eV 的功函数值,取决于膜形成工艺。此外,关于其它氧化物半导体,因为其中引入 RuO_2 、 SnO_2 、 IrO_2 、 OsO_2 、 ZnO 、 ReO_2 、 MoO_2 和受主杂质的半导体以及有机材料的聚乙

烯二氧噻吩 (polyethylenedioxythiophene :PEDOT) 等允许具有大于 5.1eV 的功函数值,所以它们可以用作空穴积聚辅助膜 32 的材料。而且,膜形成技术的示例包括 ALD、CVD 和气相掺杂作为 400℃或更低温度下的膜形成技术。

[0229] 随后,如图 34(5) 和图 35(5) 所示,隔着阻挡金属 91 形成后表面电极 92。

[0230] 然后,如图 34(6) 和图 35(6) 所示,滤色器层 44 形成在光接收部分 12 的上面,其后形成聚光透镜 45。这样,形成了固态成像装置 8。

[0231] 在上述制造固态成像装置的方法(第三制造方法)中,因为空穴积聚辅助膜 32 形成在设置在光接收部分 12 上的绝缘膜 31 上,该空穴积聚辅助膜 32 是功函数值大于上述光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的界面的功函数的膜,所以增加了空穴积聚层 23 的空穴积聚效率,从而设置在光接收部分 12 的光接收表面 12s 侧的空穴积聚层 23 可以充分积聚空穴。因此,减少了暗电流。就此而言,上述的空穴积聚辅助膜 32 的功函数值大于空穴积聚层 23 的功函数值就足够了,而不必通过电流。因此,可以采用导电膜、绝缘膜或半导体膜。从而,对于空穴积聚辅助膜 32 可以选择显示高电阻的材料。另外,具有这样的特点,对于空穴积聚辅助膜 32 外部信号输入端子是不必要的。

[0232] 上述各示例的固态成像装置 1 至 8 提供有多个像素部分,多个像素部分包括将入射光的量转换成电信号的光接收部分和在包括各像素部分的半导体基板的一个表面侧的配线层,并且可以应用于背侧照射型固态成像装置,该背侧照射型固态成像装置构造为用上述各光接收部分接收从与提供有配线层的表面的相反侧入射的光。实际上,能够应用于表面照射型固态成像装置,其中配线层设置在光接收表面侧,并且入射在光接收部分上的入射光的光程规定为没有设置上述配线层的区域,以便不干扰入射在光接收部分上的入射光。

[0233] 接下来,参考图 37 所示的框图描述根据本发明的成像设备的实施例(示例)。该成像设备的示例包括摄像机、数字静态照相机和移动电话照相机。

[0234] 如图 37 所示,成像设备 500 在成像部分 501 中提供有固态成像装置(图中未示出)。形成图像的图像聚焦光学部分 502 提供在成像部分 501 的聚光侧。此外,成像部分 501 连接到驱动它的驱动电路和信号处理部分 503,信号处理部分 503 例如包括将用固态成像装置光电转换的信号处理成图像的信号处理电路。此外,用上述信号处理部分处理的图像信号可以存储在图像存储部分(图中未示出)中。在上述成像设备 500 中,上述实施例中说明的固态成像装置 1 至固态成像装置 8 可以用于上述固态成像装置。

[0235] 根据本发明的固态成像装置 1 或固态成像装置 2 或如上所述的具有图 4 所示构造设置了反射膜并包括聚光透镜的固态成像装置用于根据本发明的成像设备 500。因此,与上述类似的方式,因为采用能增强颜色再现性和分辨率的固态成像装置,所以具有可以记录高质量图像的优点。

[0236] 附带地,根据本发明的成像设备 500 不限于上述构造,而是可以应用于包括固态成像装置的任何构造的成像设备。

[0237] 上述的固态成像装置 1 至固态成像装置 8 及类似物可以以一个芯片或一个模块的形式制作,其中成像部分和信号处理部分或光学系统整体封装且具有成像功能。另外,本发明不仅可以应用于固态成像装置,而且可以应用于成像设备。在此情况下,对于成像设备,获得改善图像质量的效果。这里,成像设备是指例如具有照相机或成像功能的便携式设备。

这样,“成像”不仅包括通常以照相机摄取的照片中的图像的捕获,而且包括广泛意义上的指纹检测等。

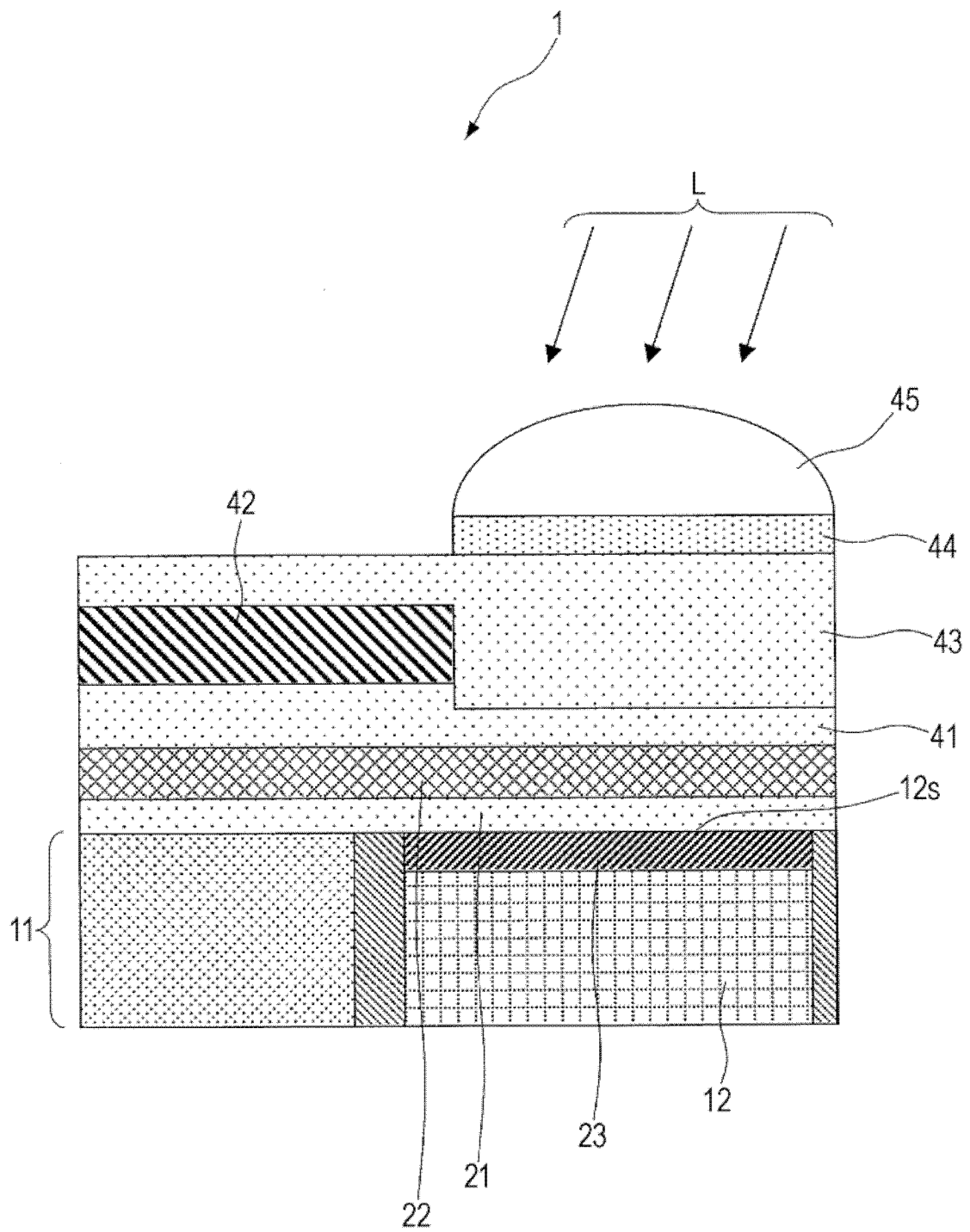


图 1

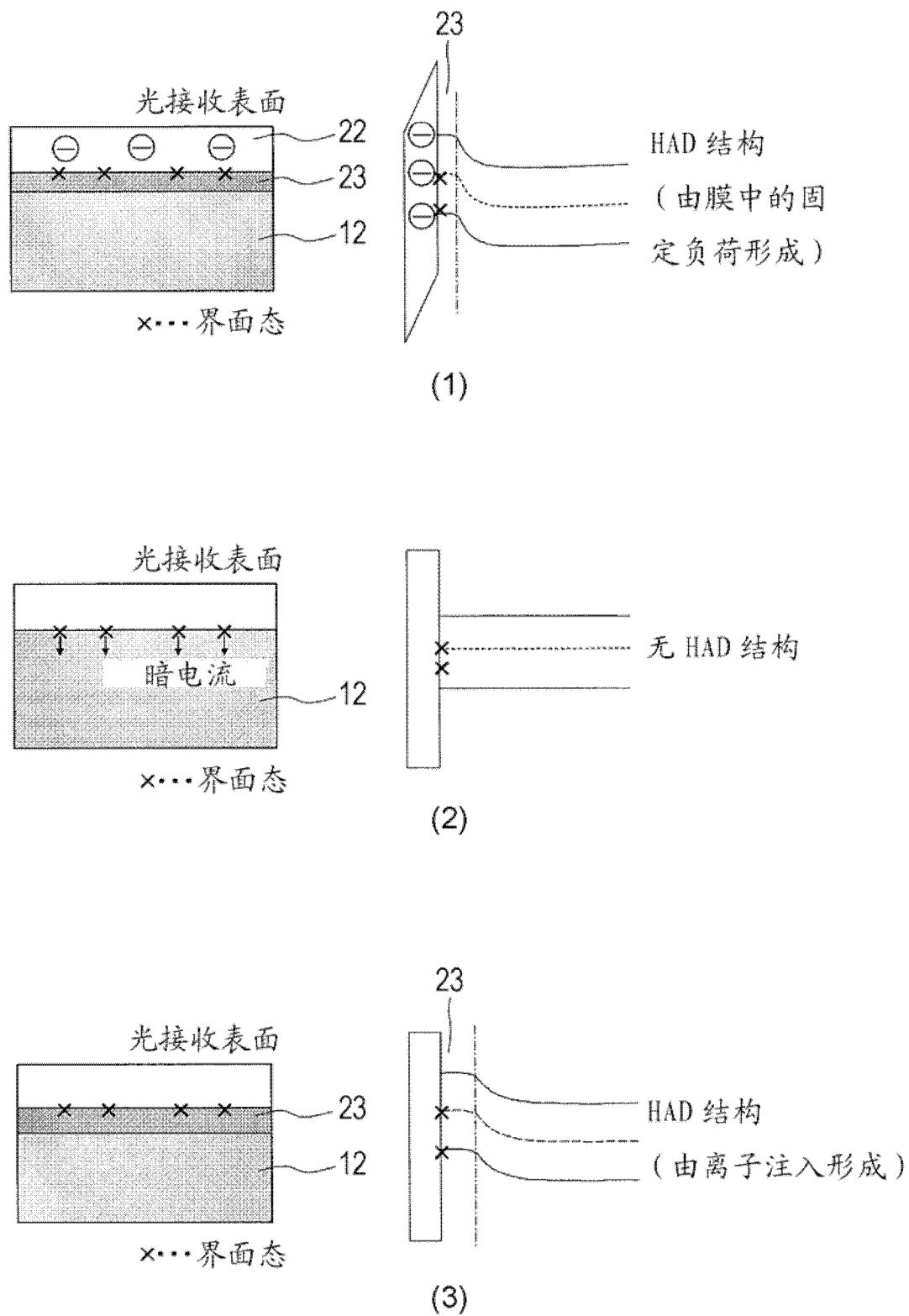


图 2

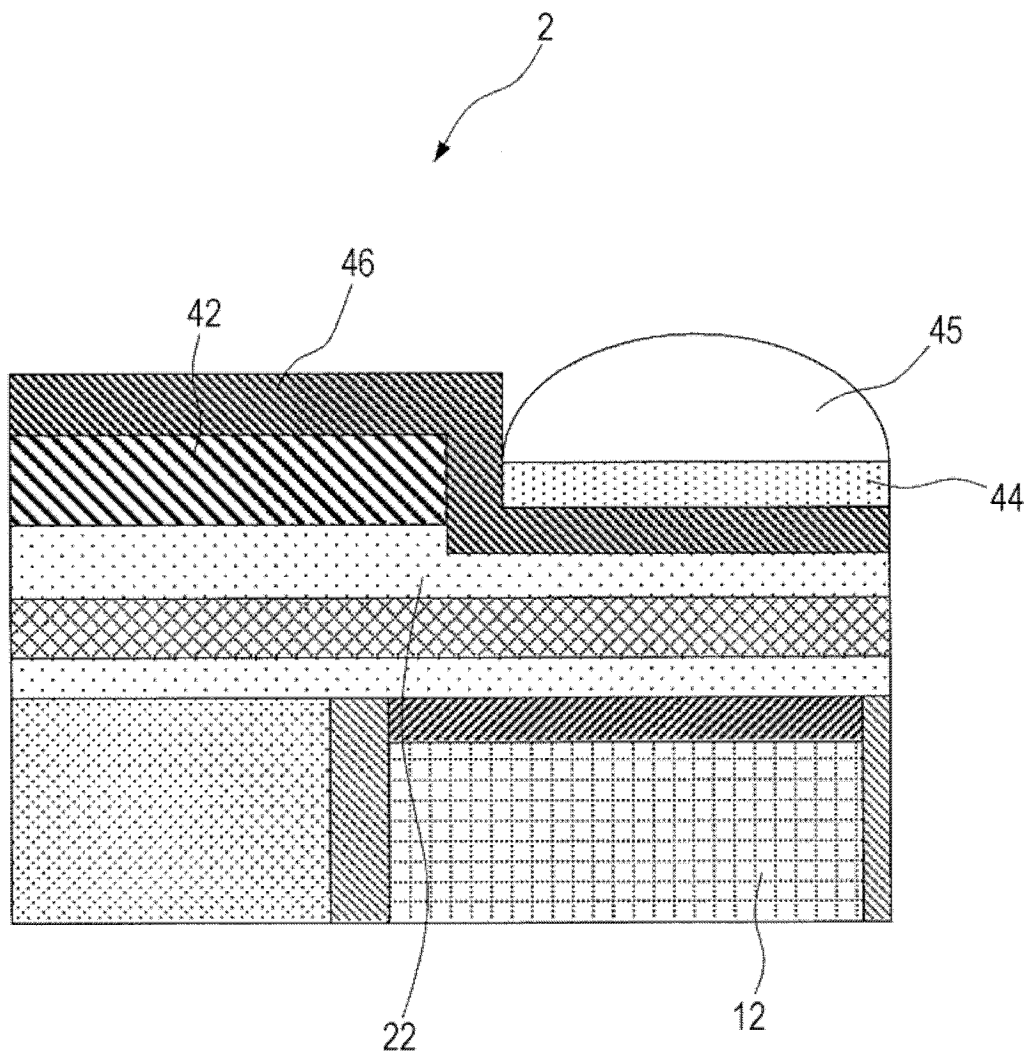


图 3

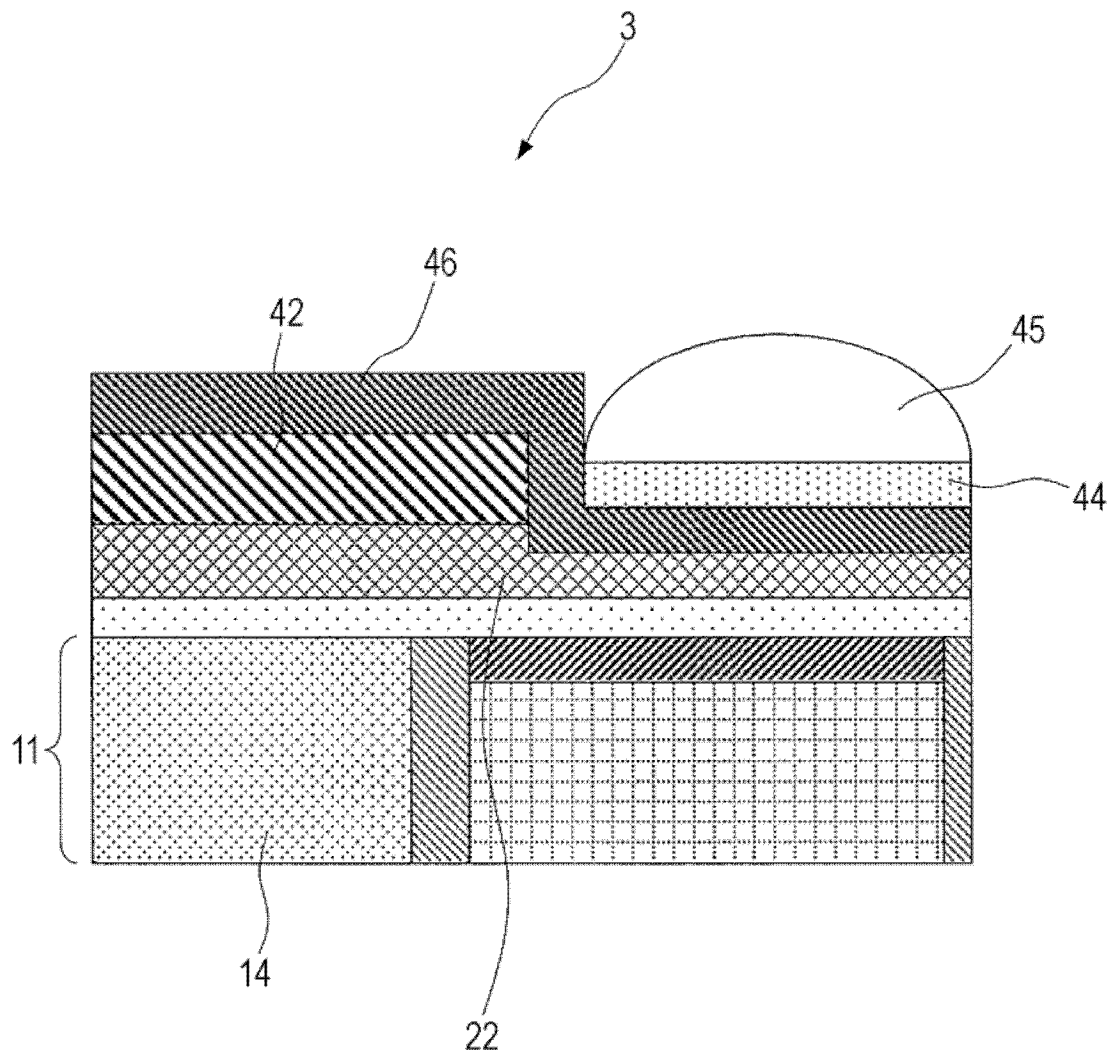


图 4

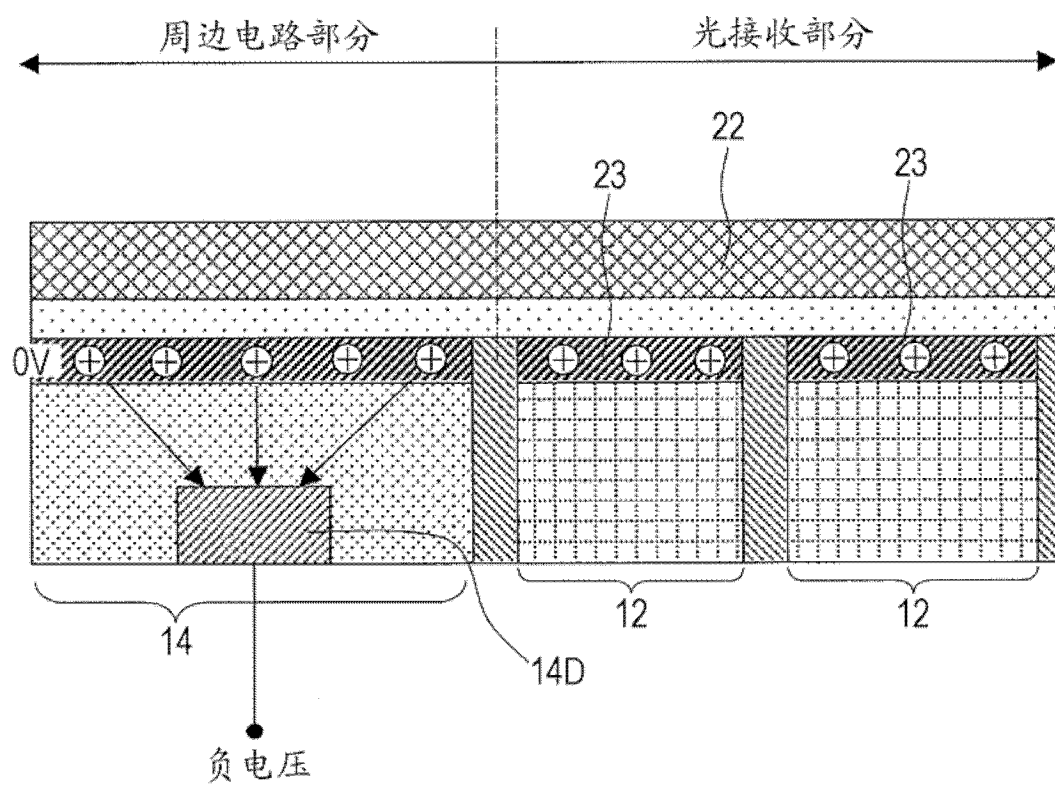


图 5

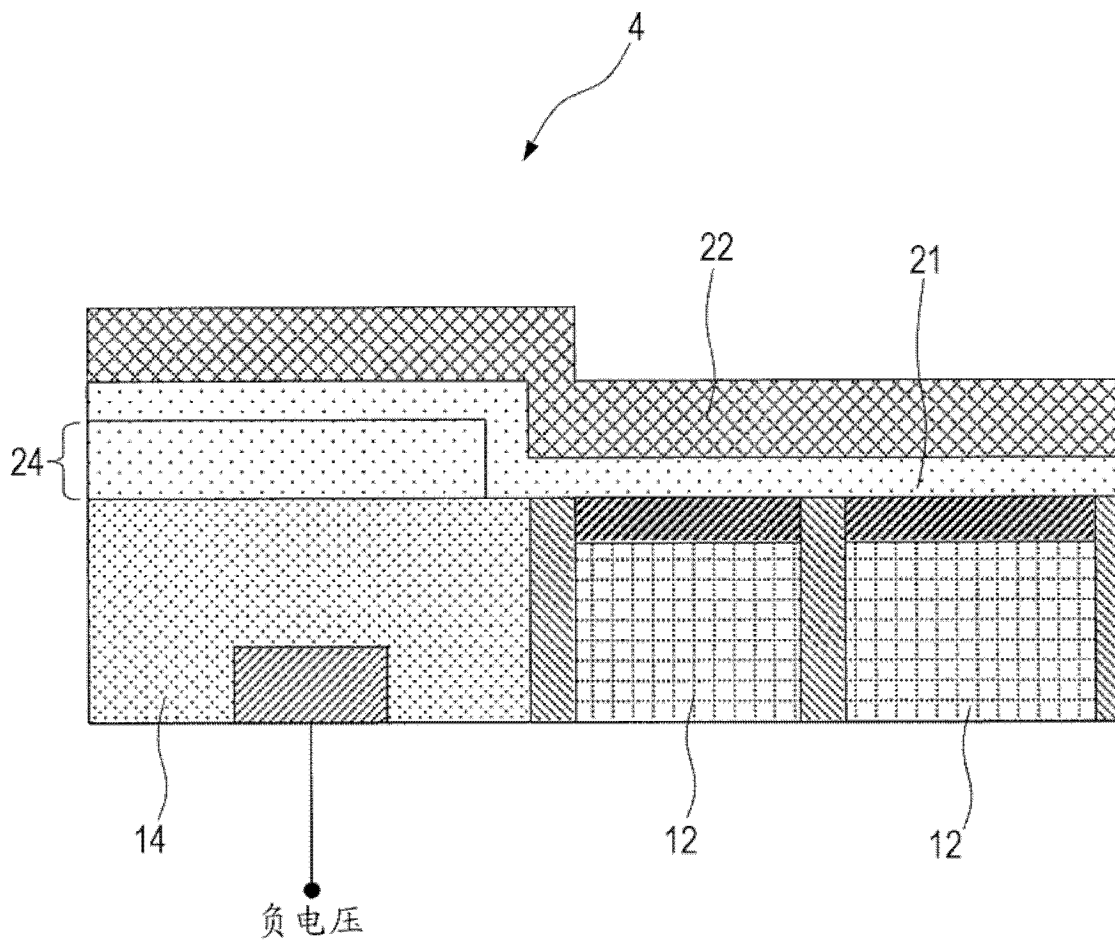


图 6

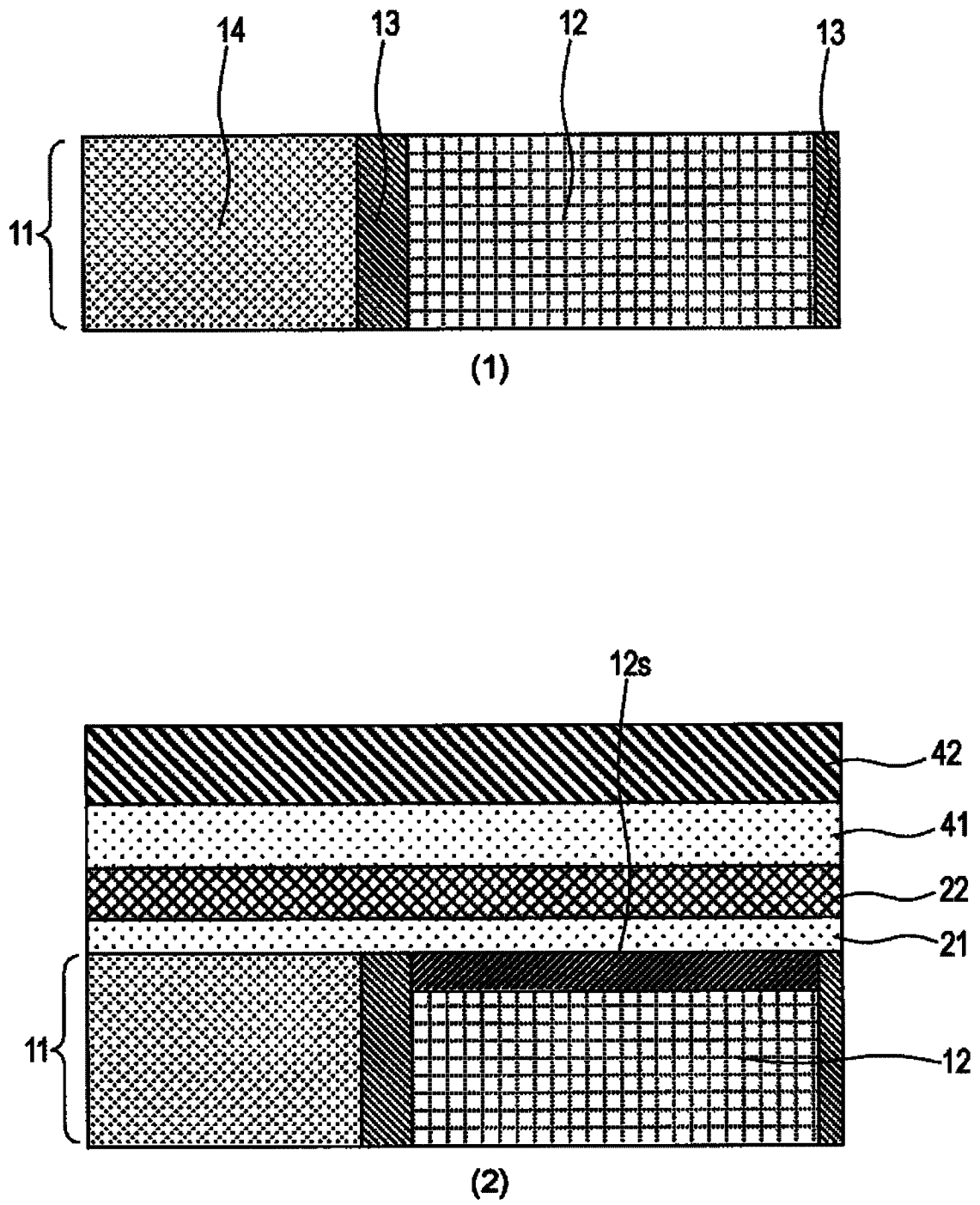


图 8

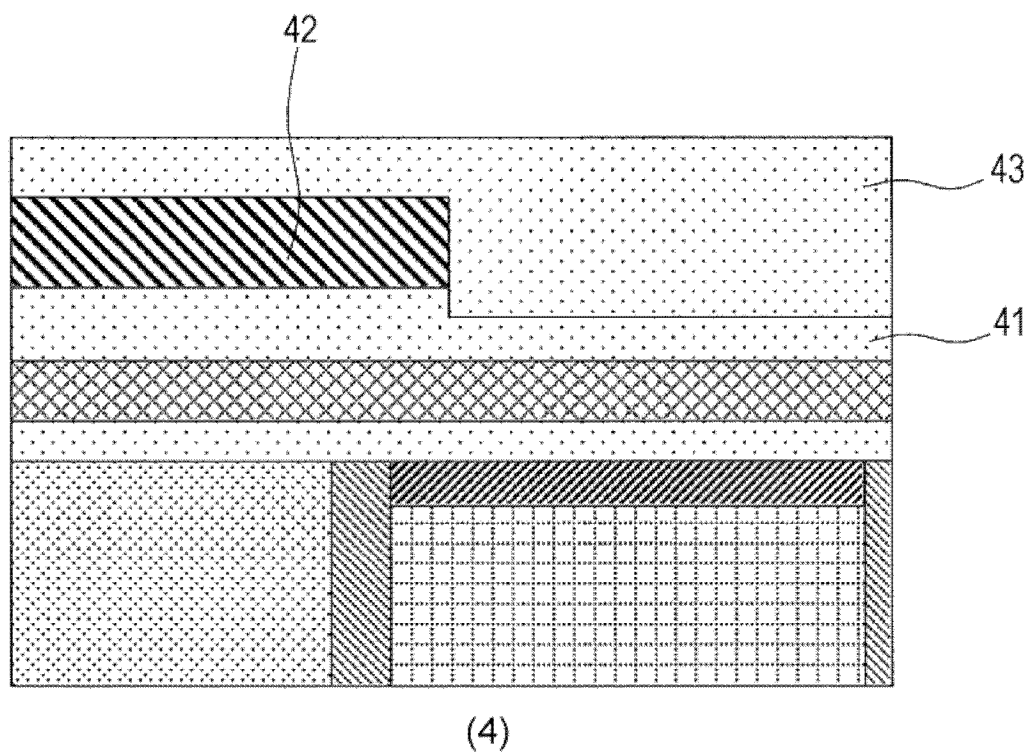
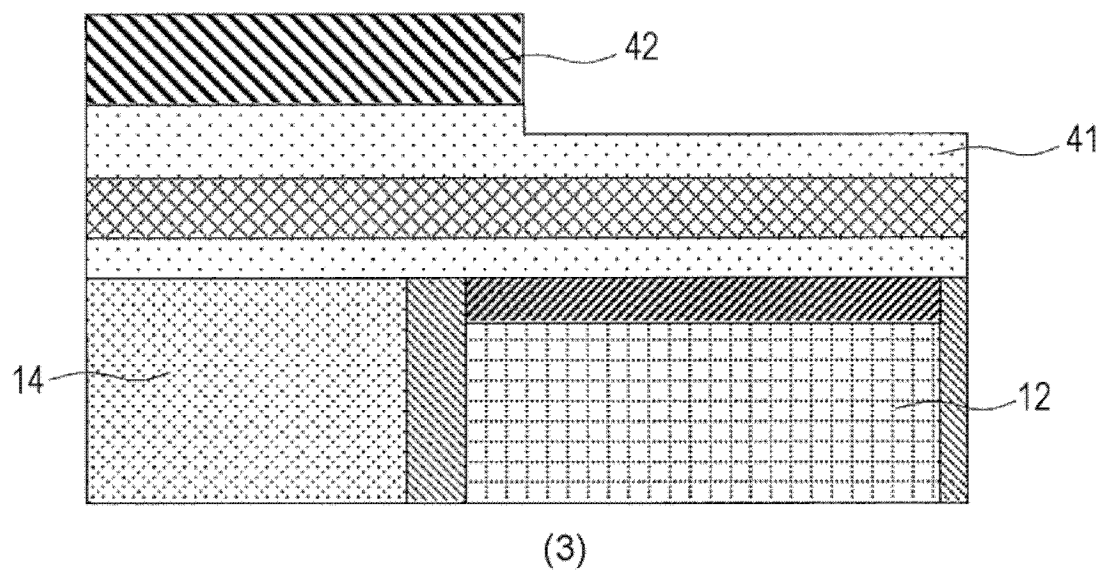


图 9

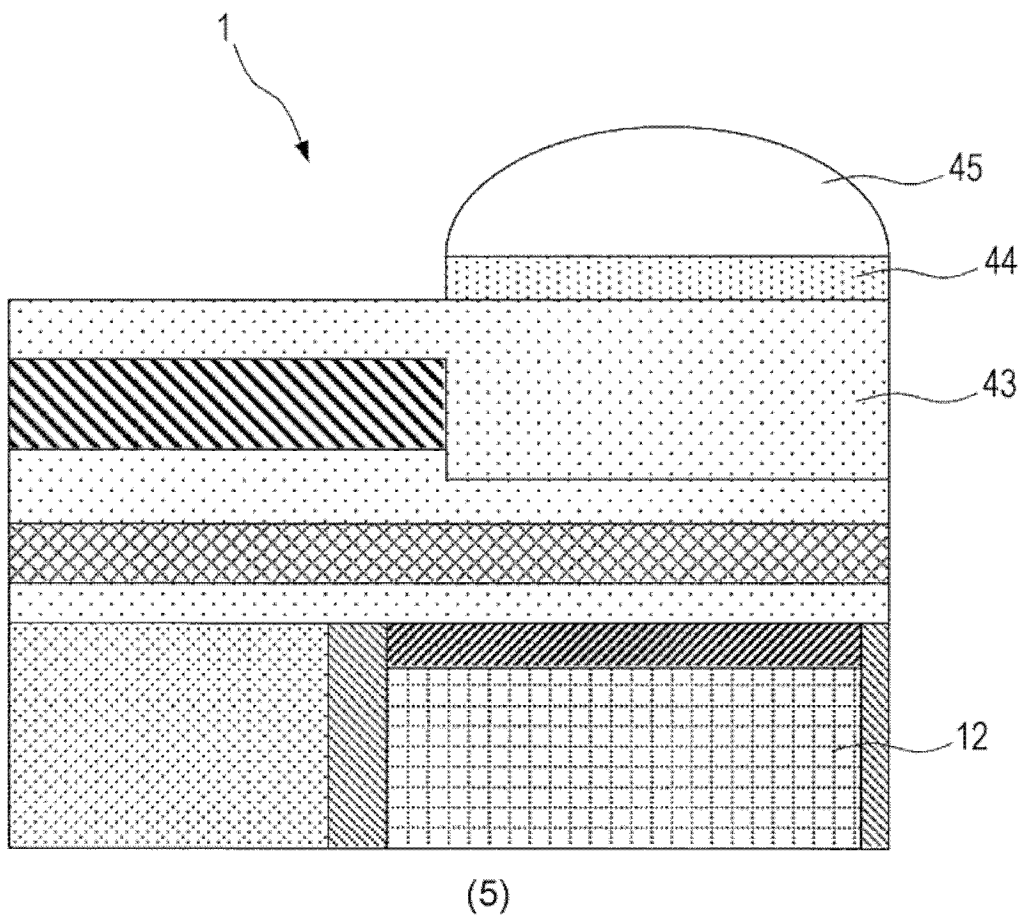


图 10

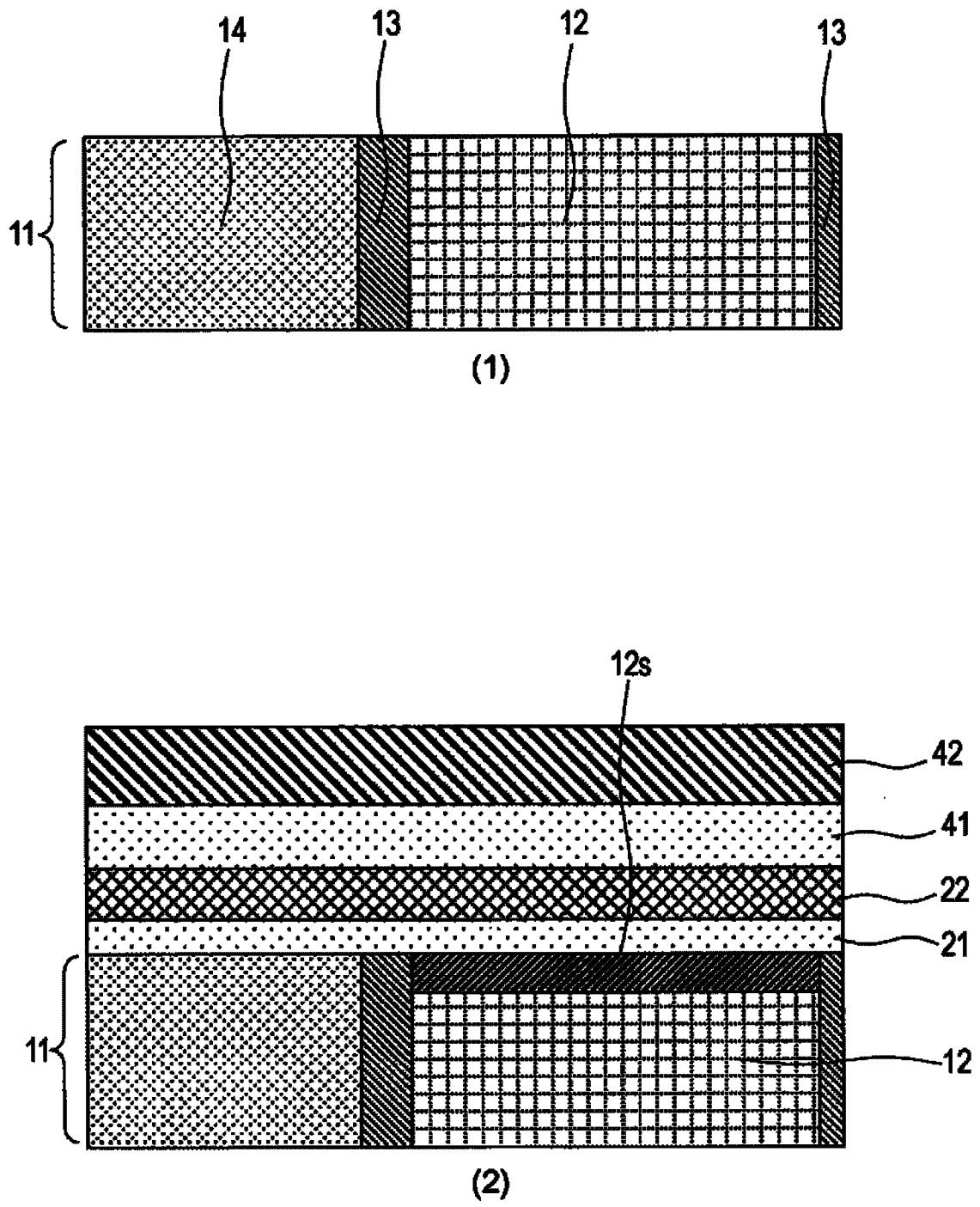


图 11

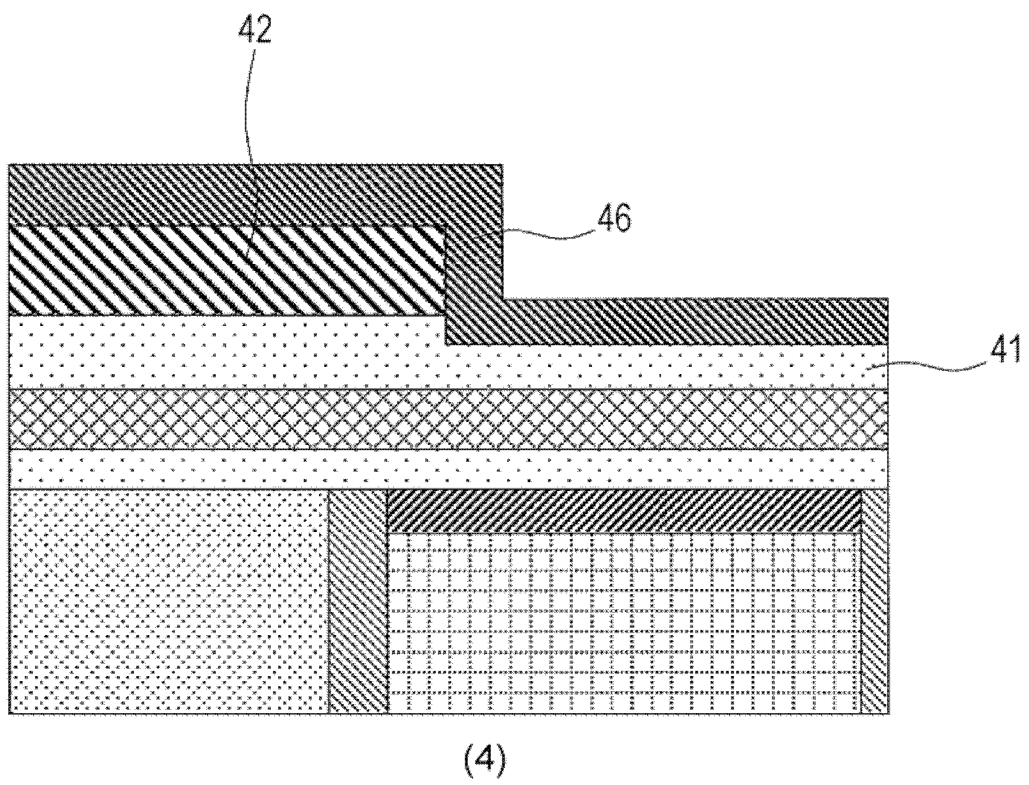
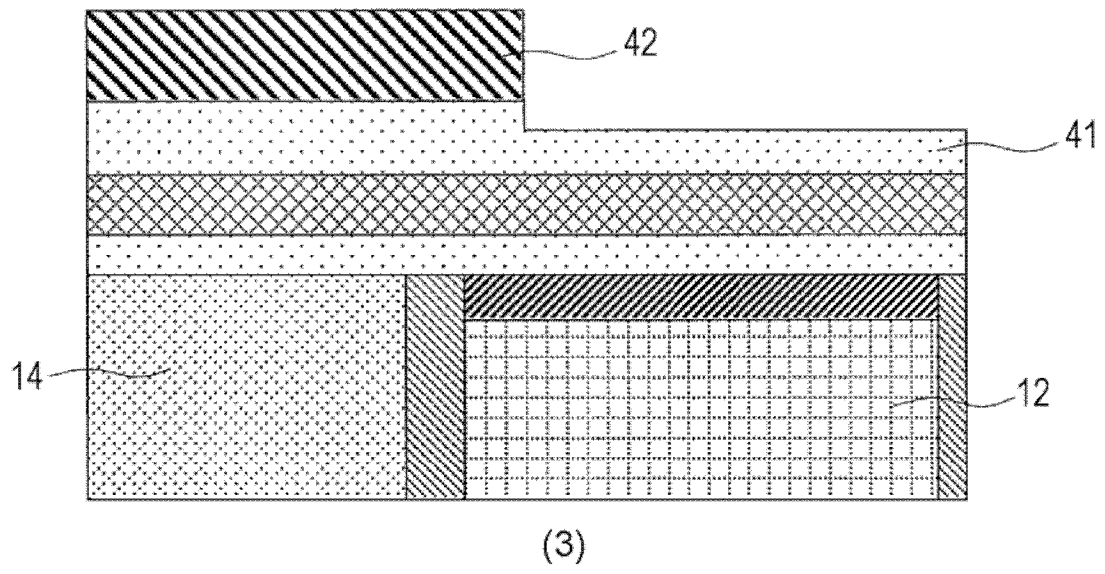


图 12

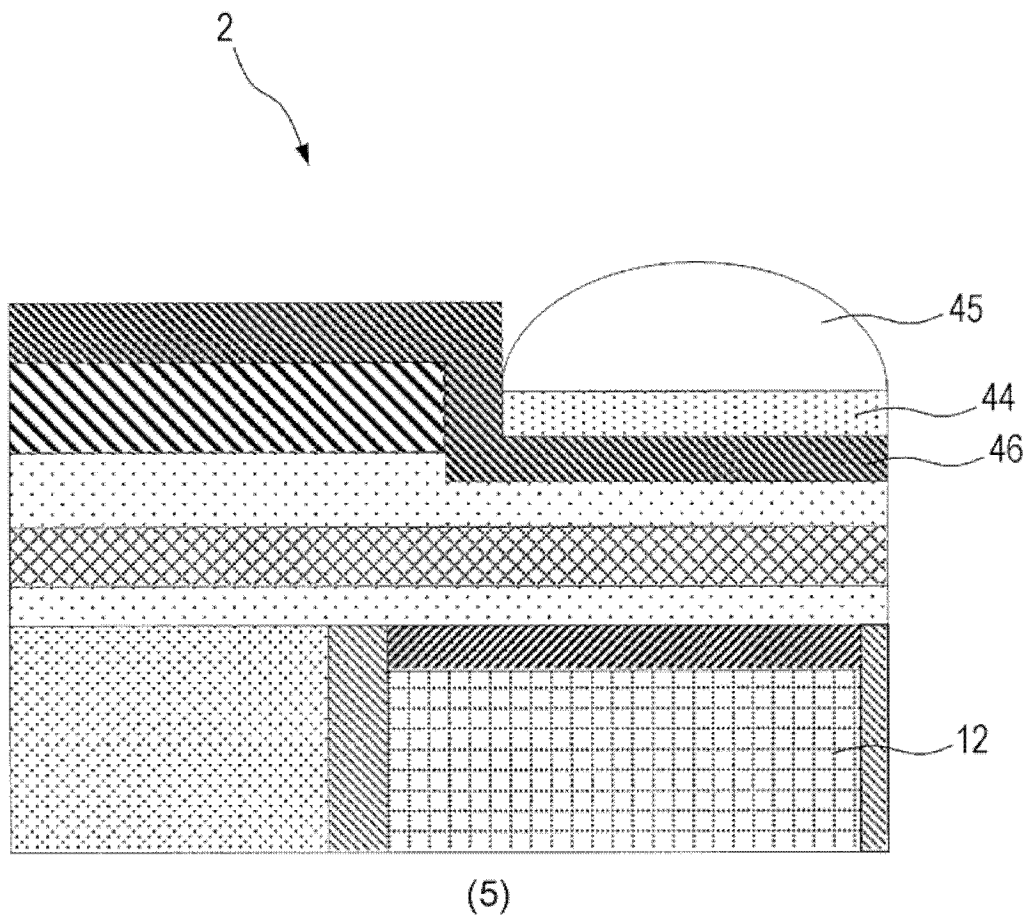


图 13

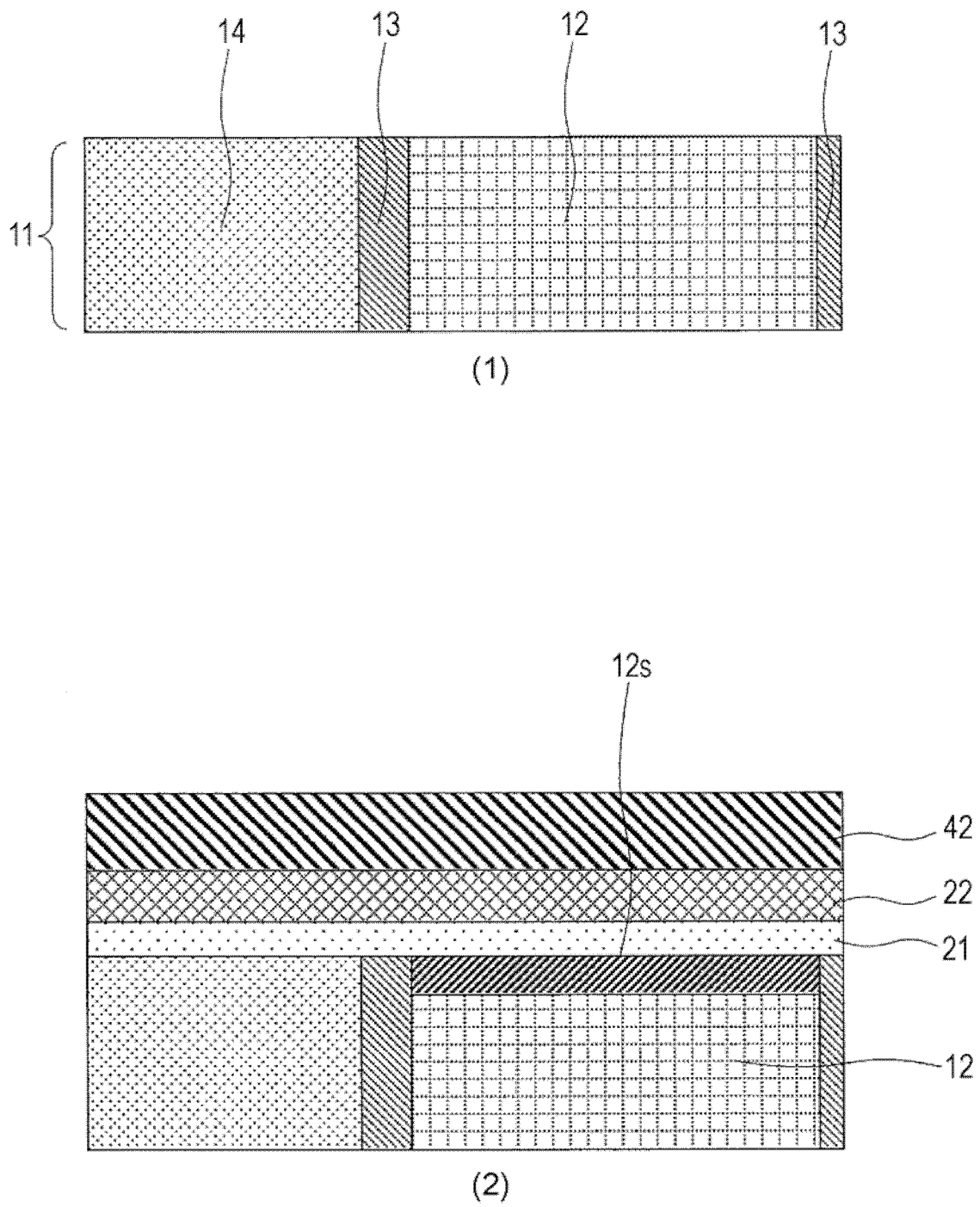
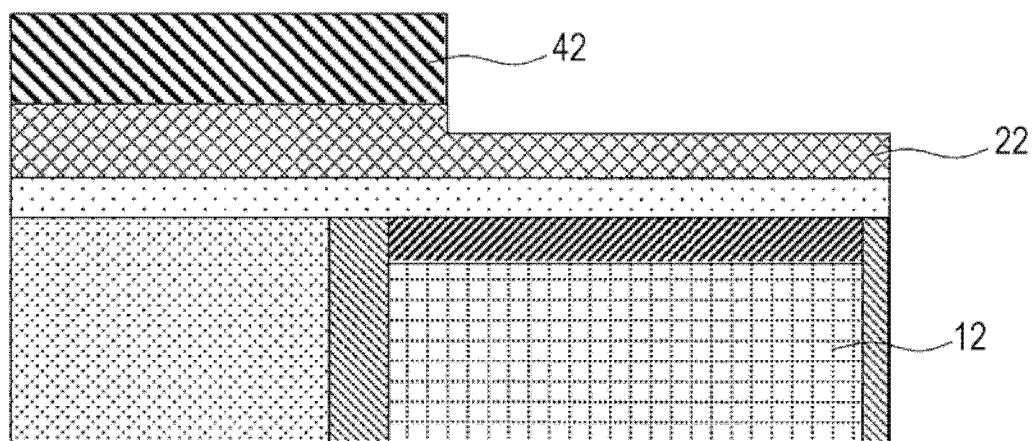
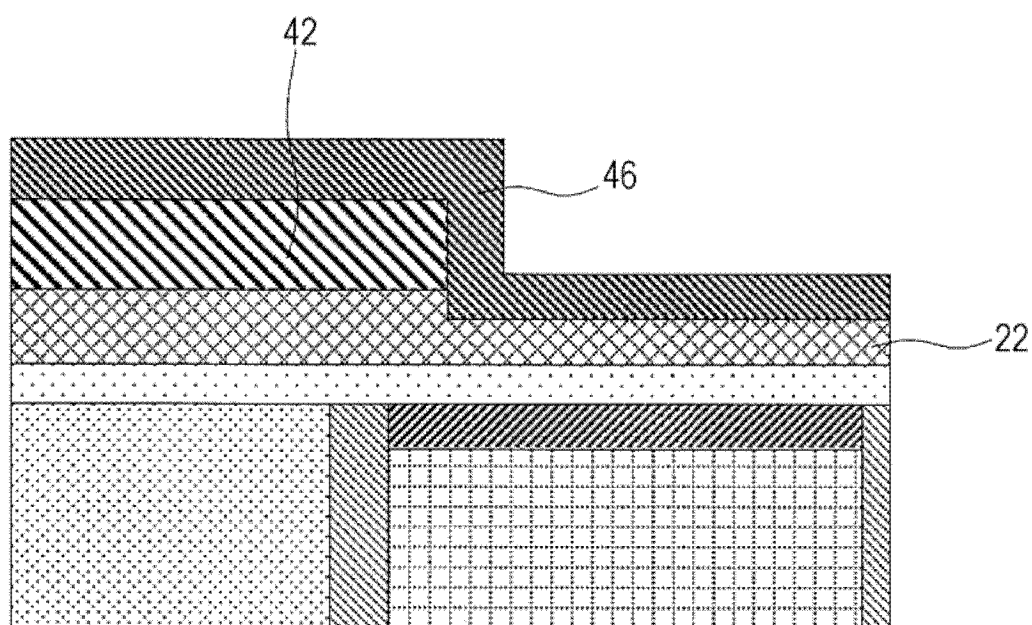


图 14



(3)



(4)

图 15

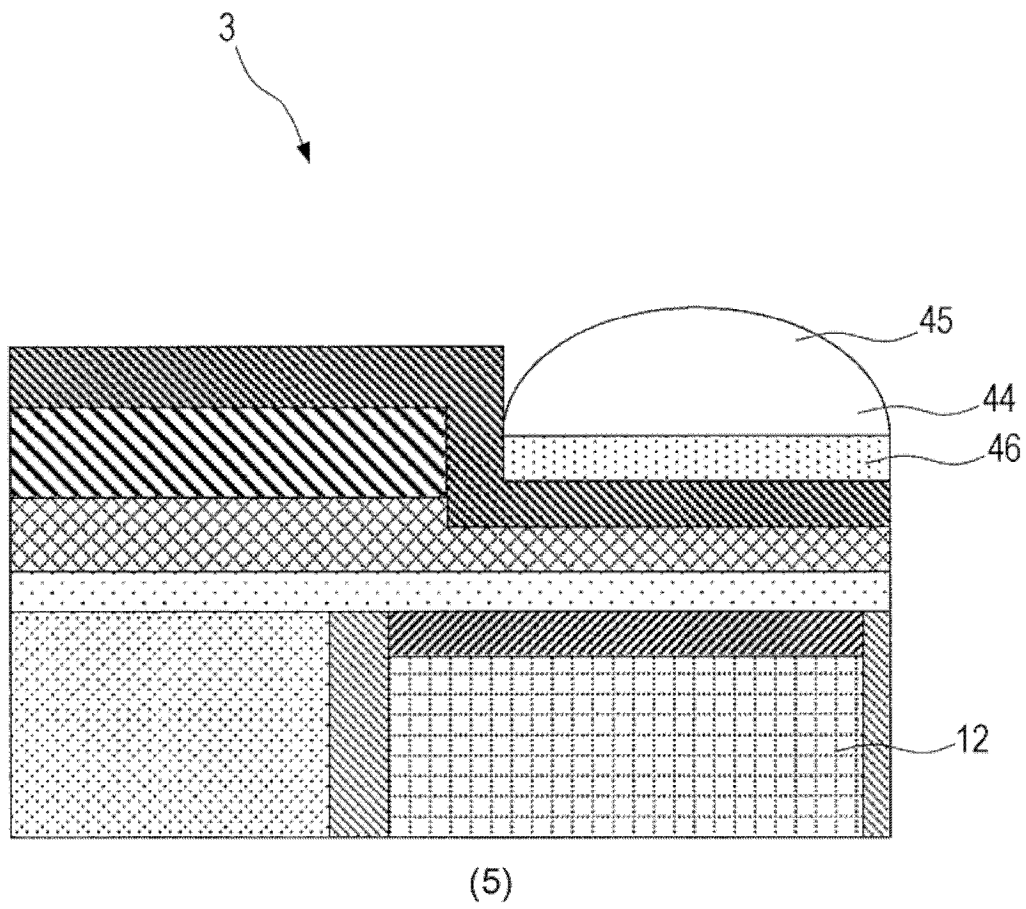


图 16

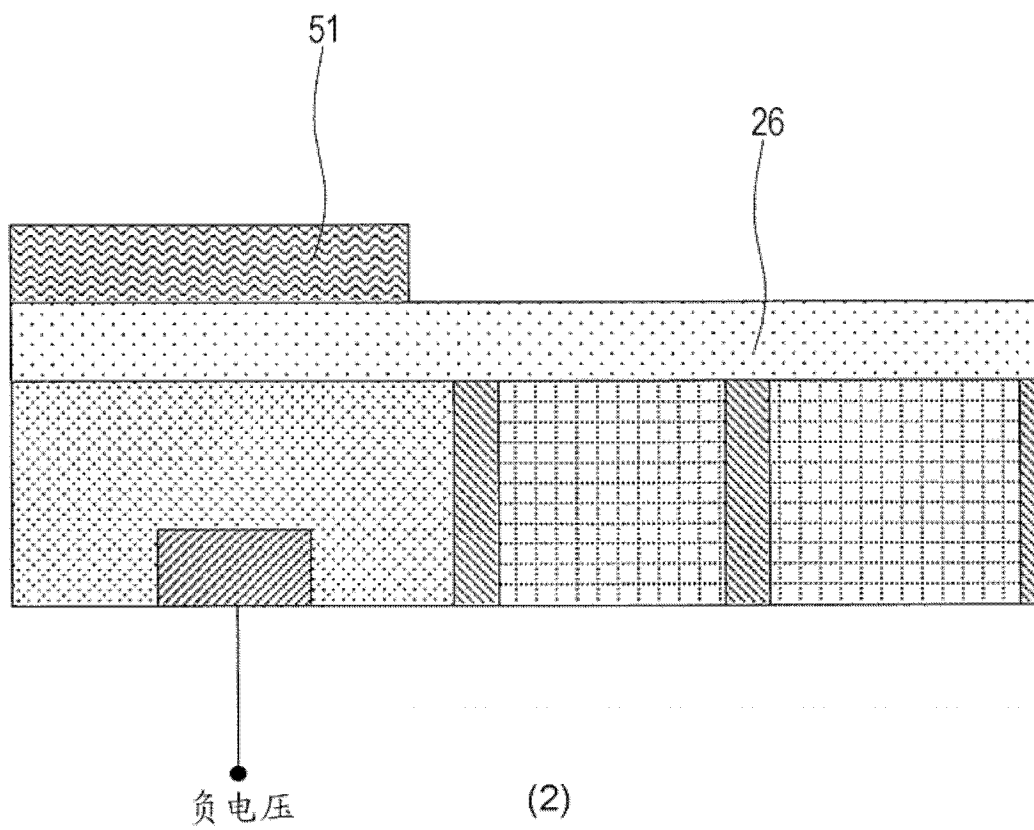
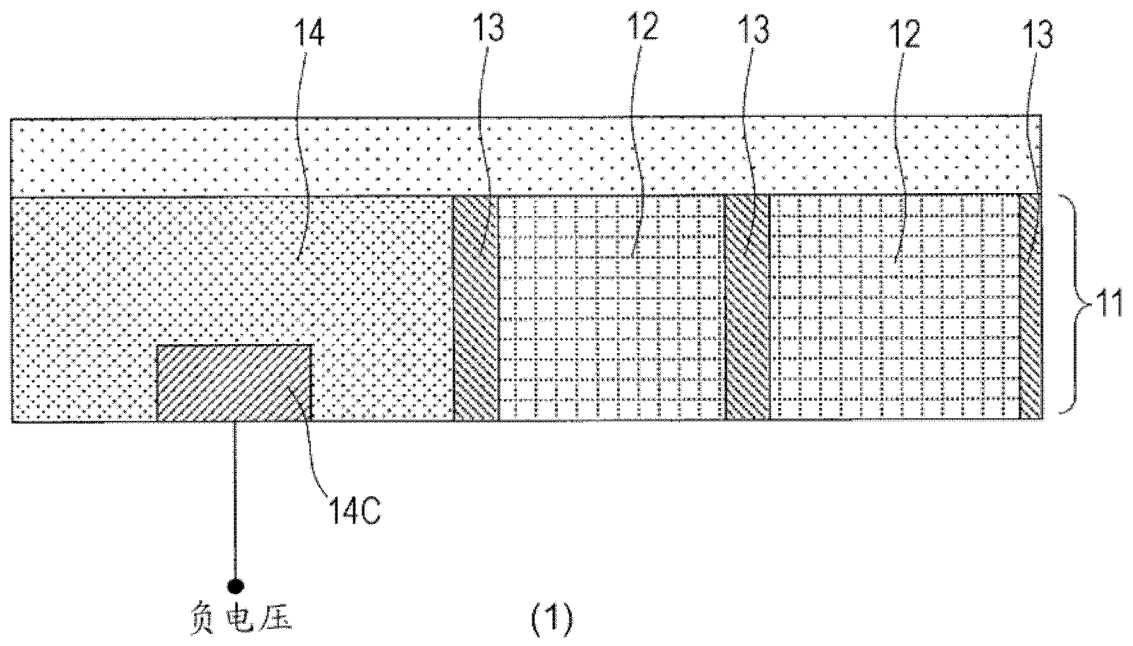


图 17

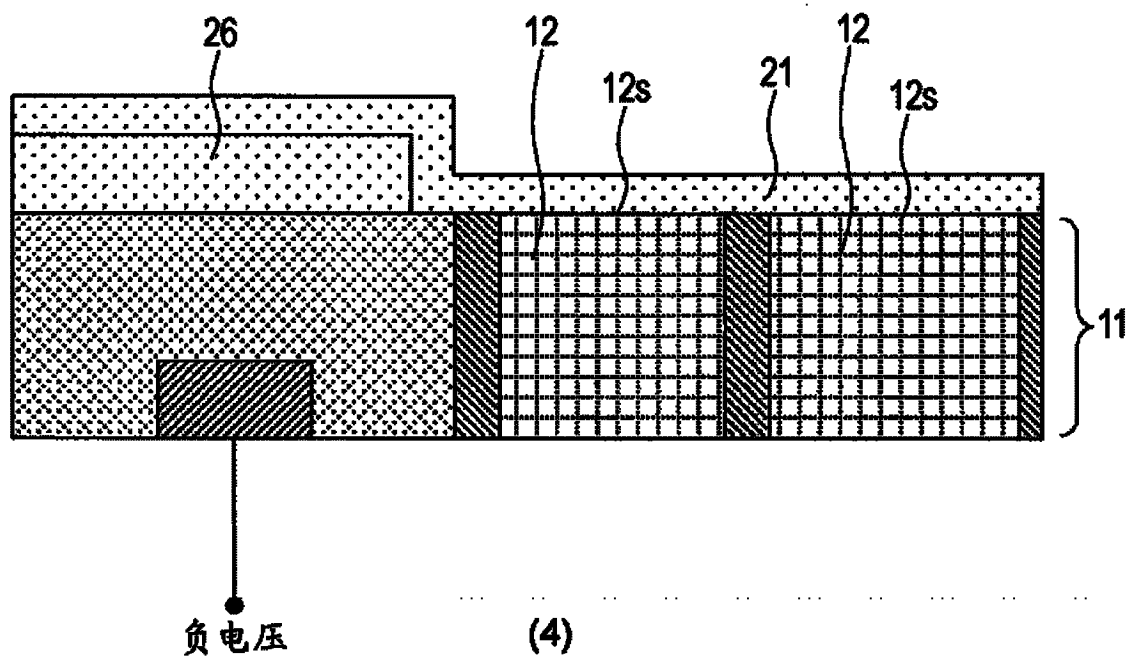
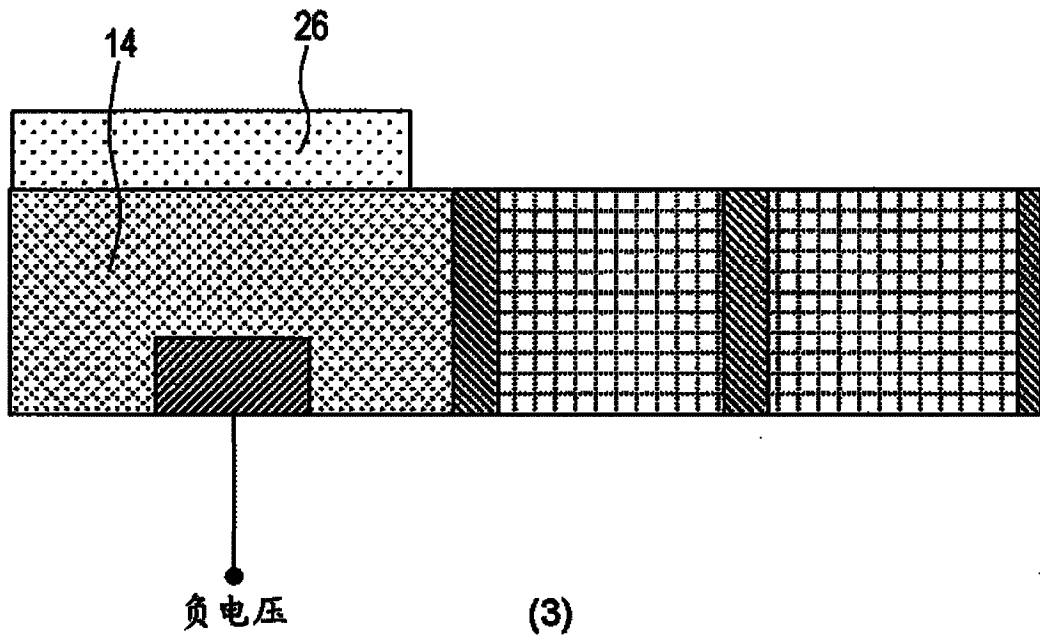


图 18

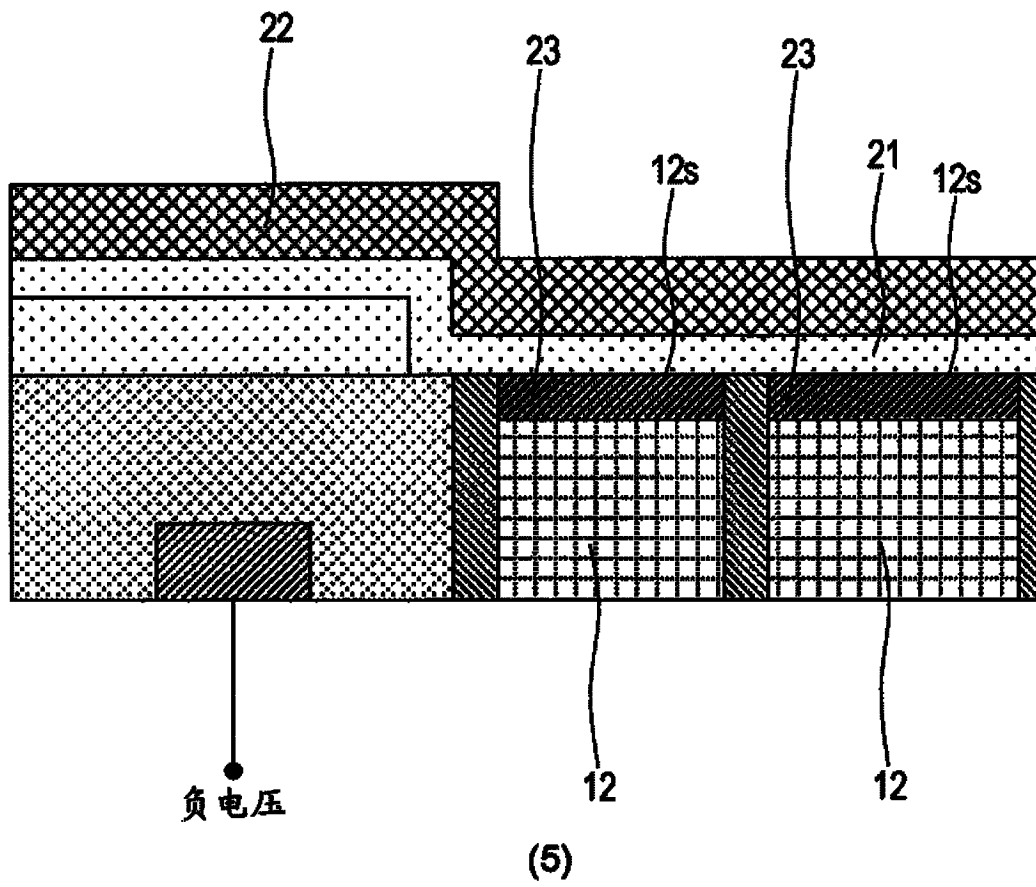


图 19

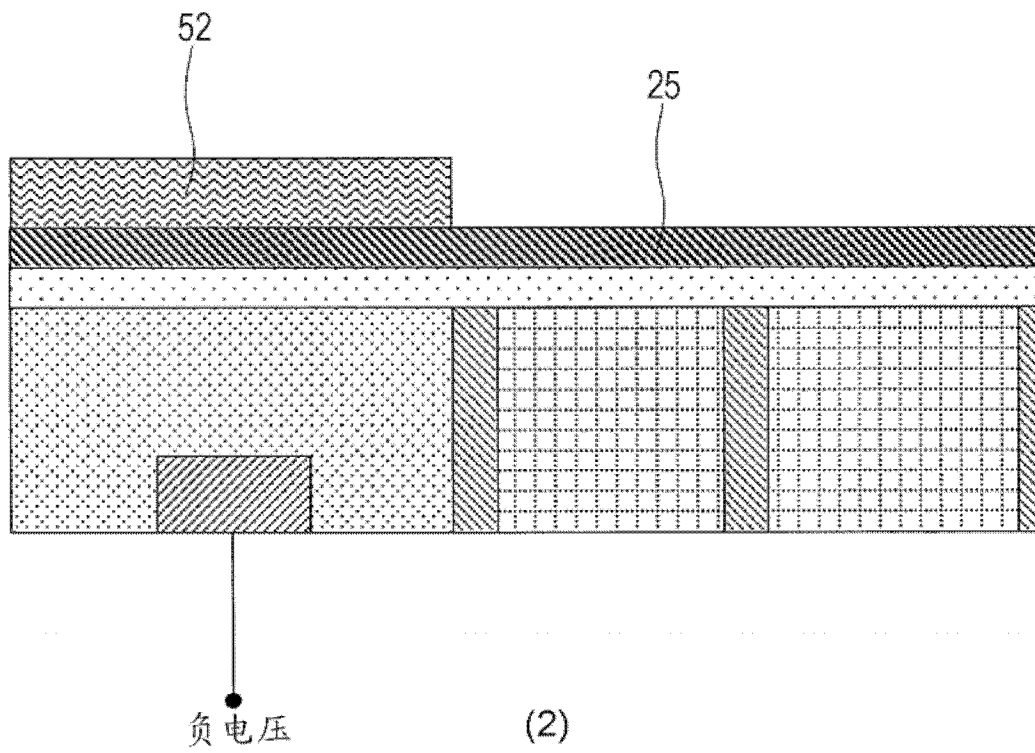
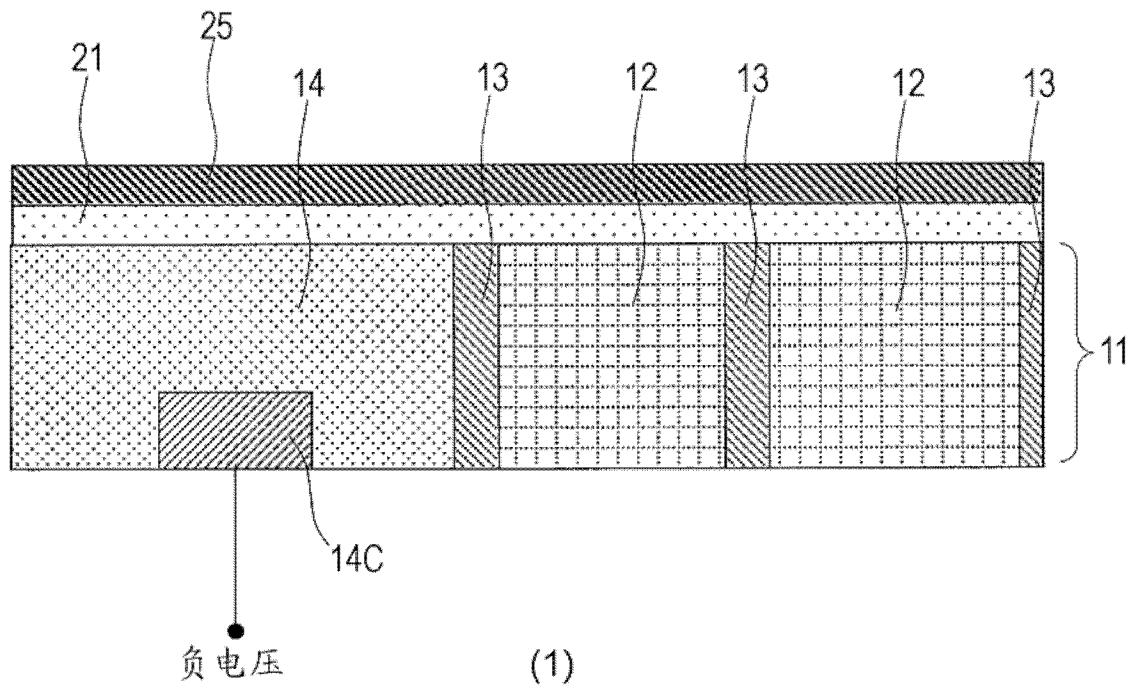


图 20

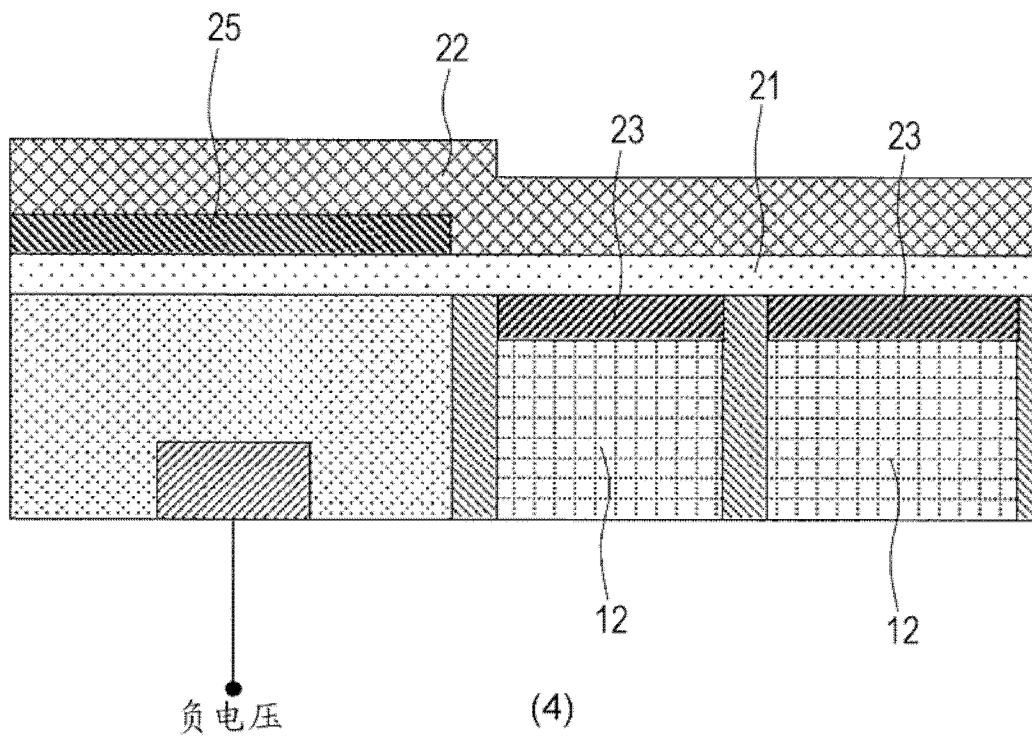
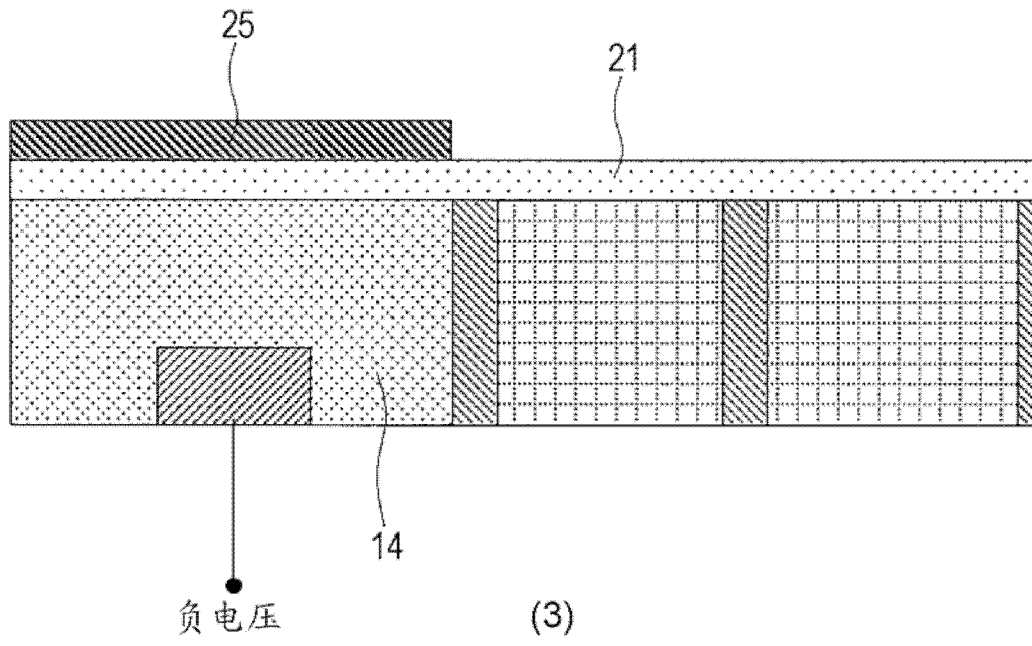


图 21

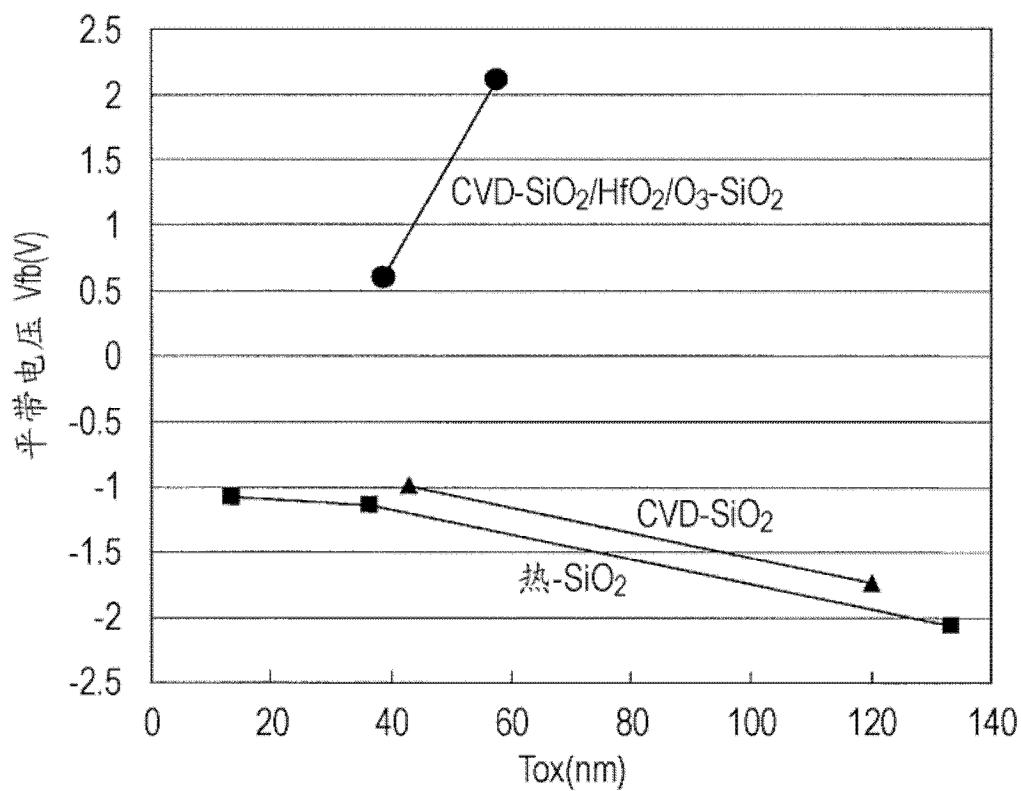


图 22

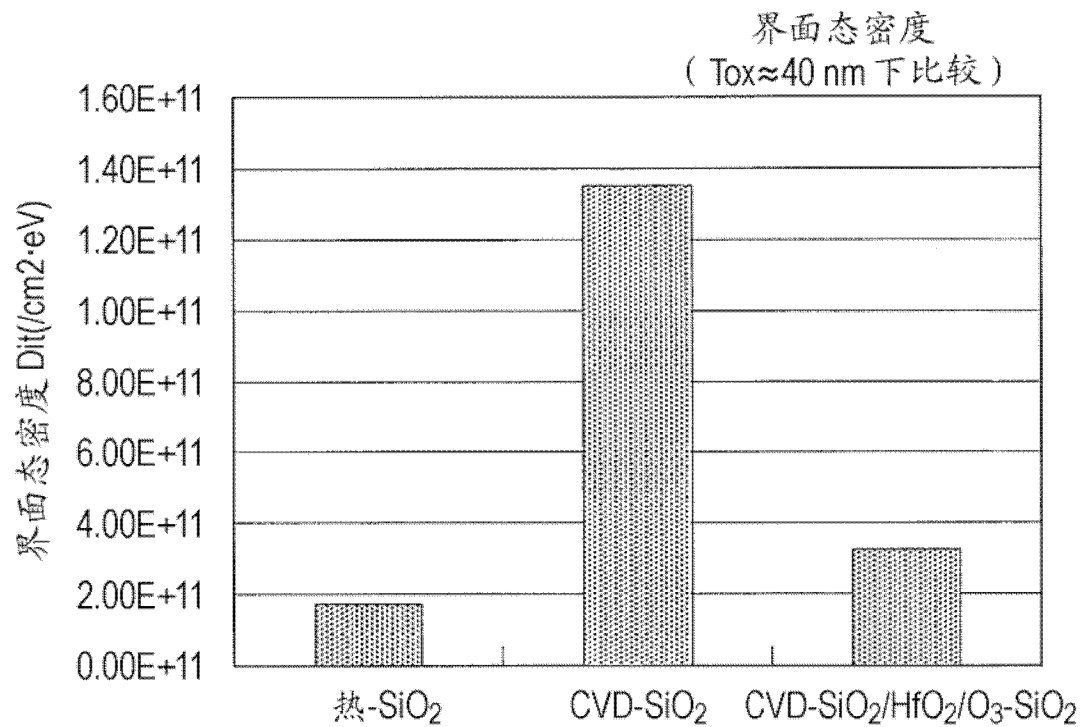


图 23

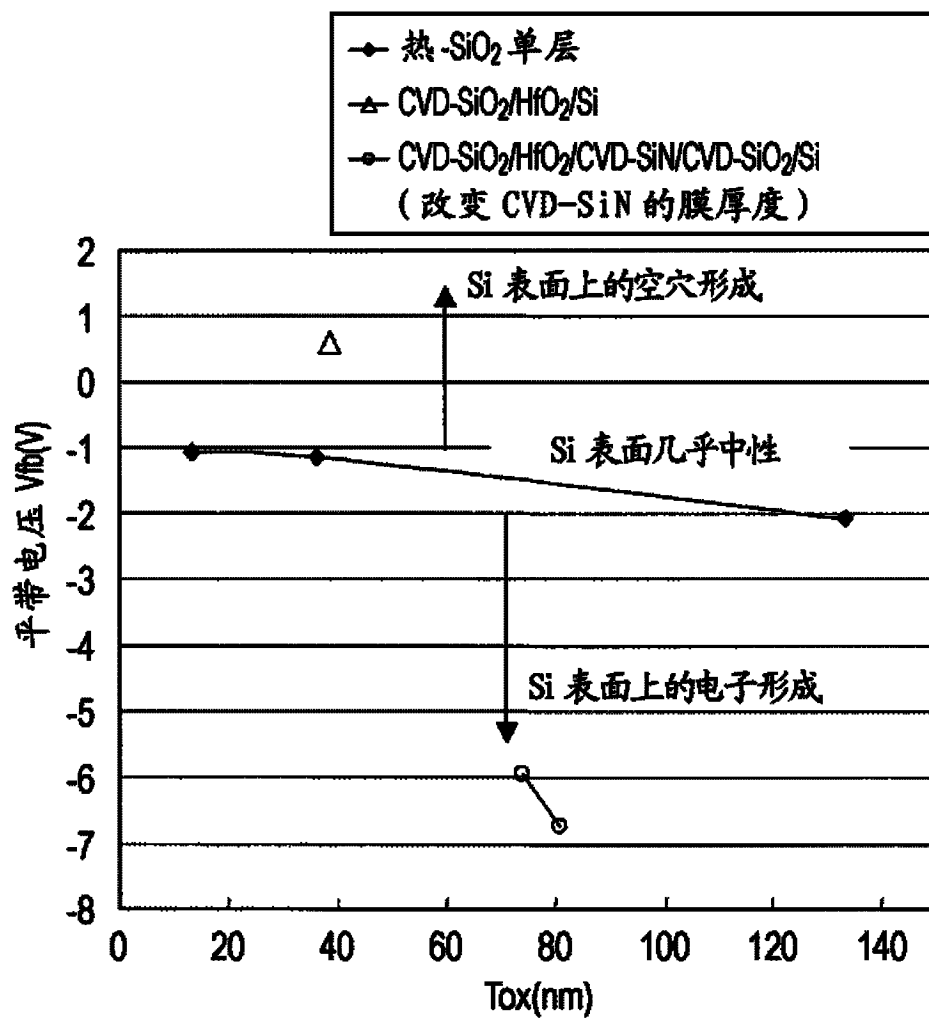


图 24

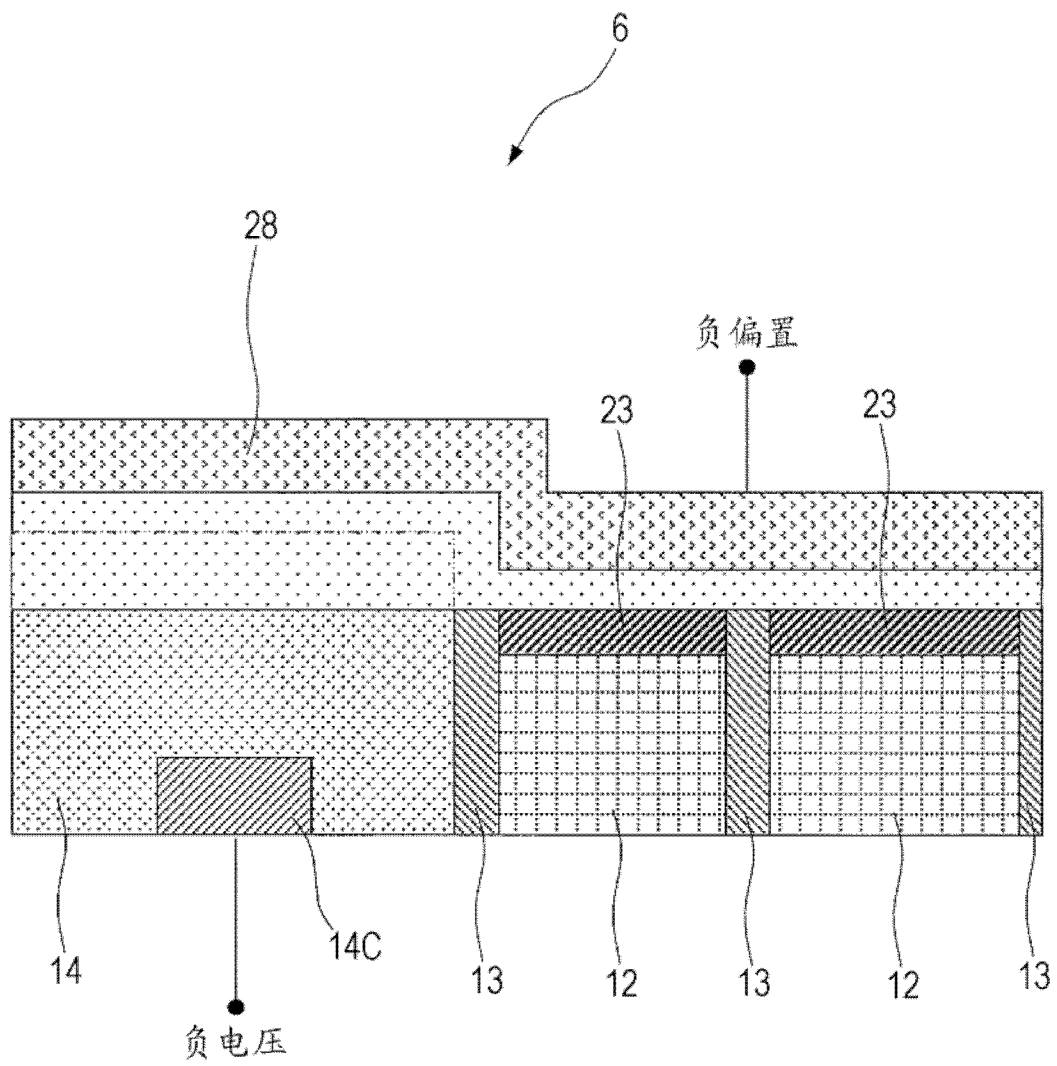


图 25

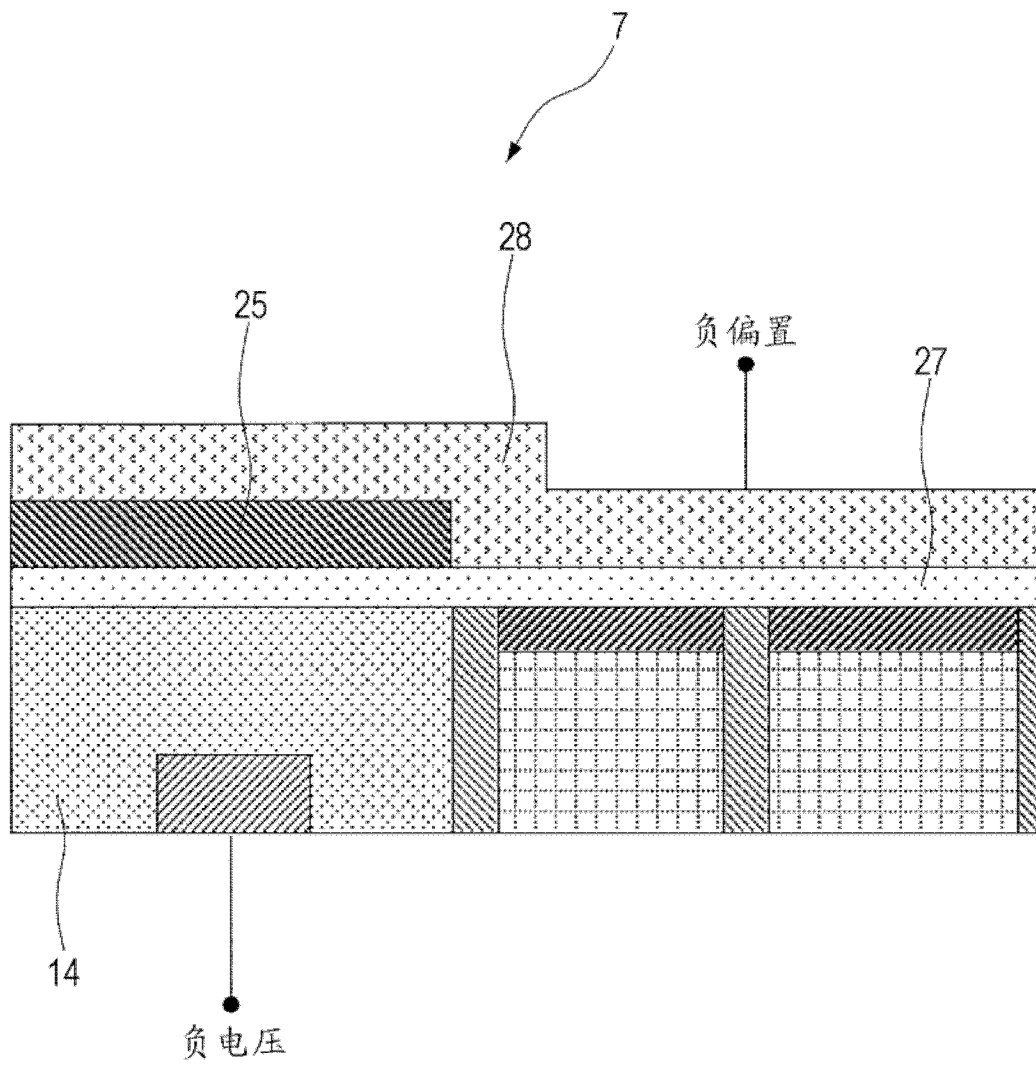


图 26

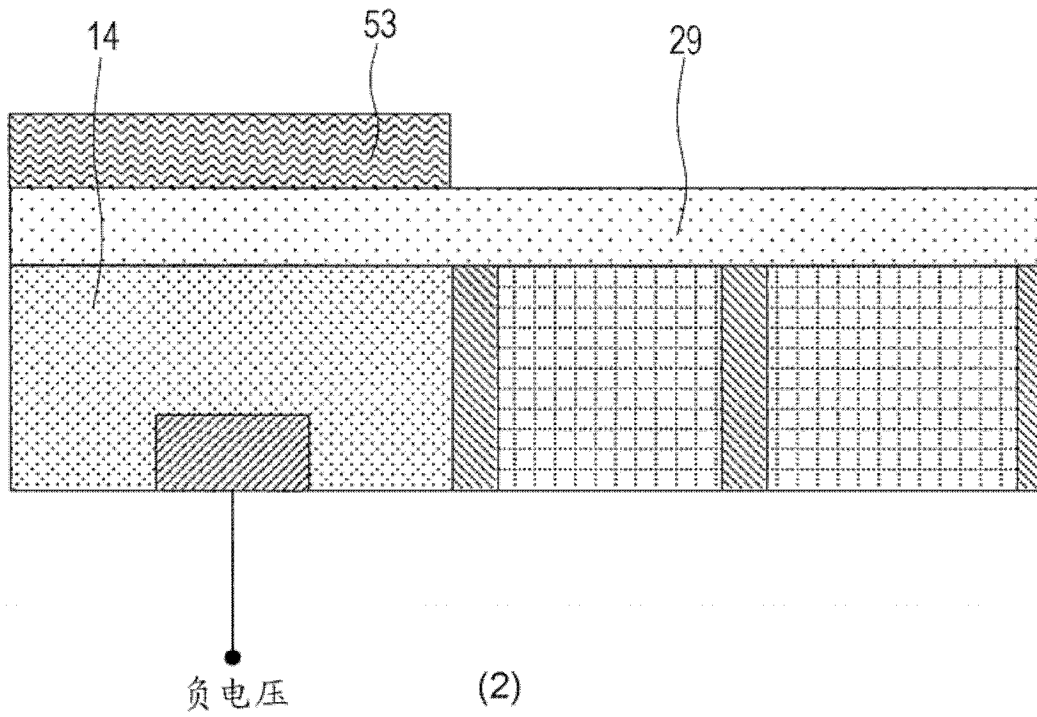
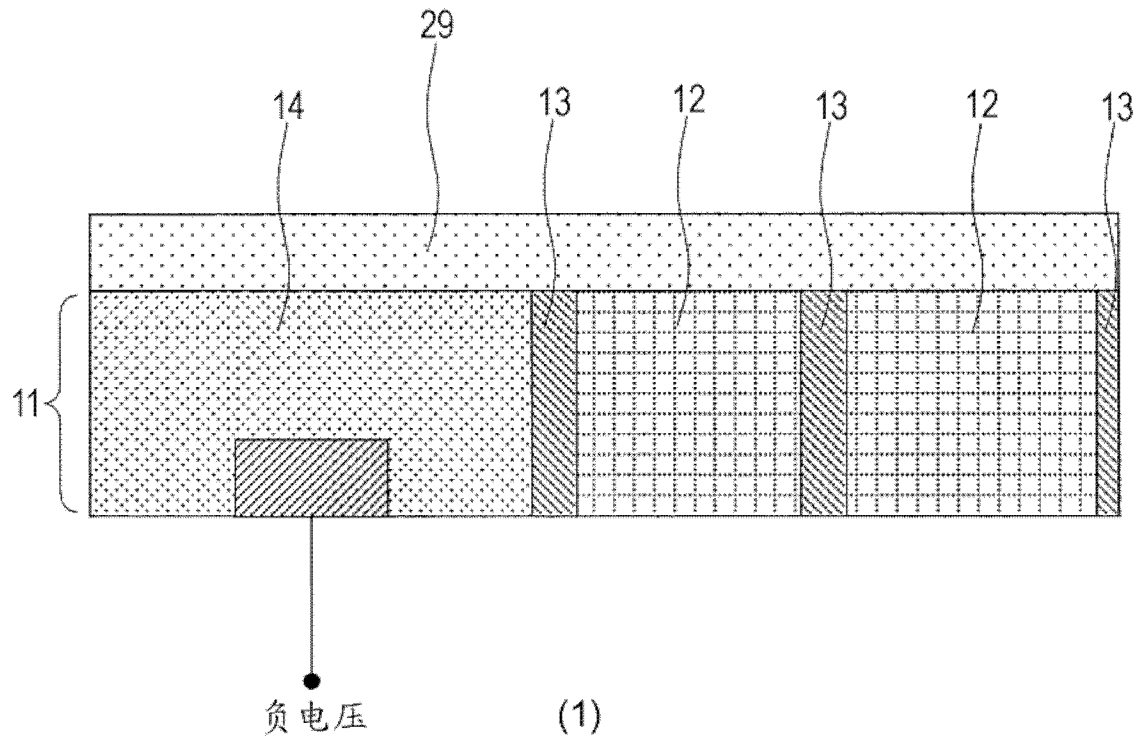


图 27

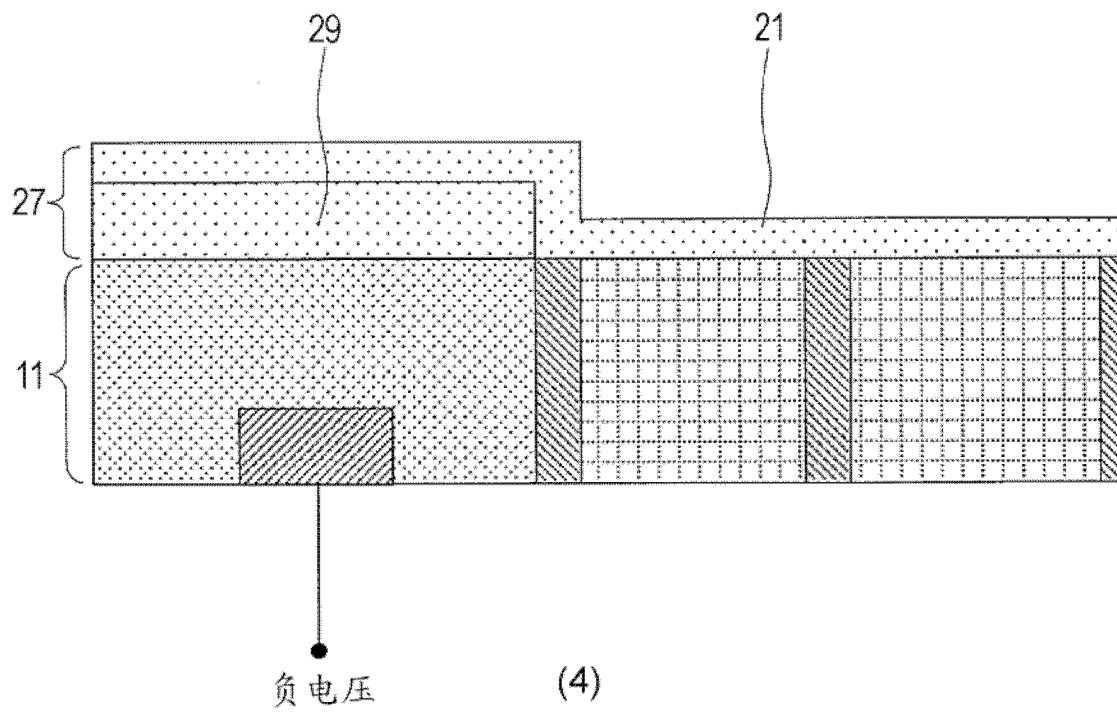
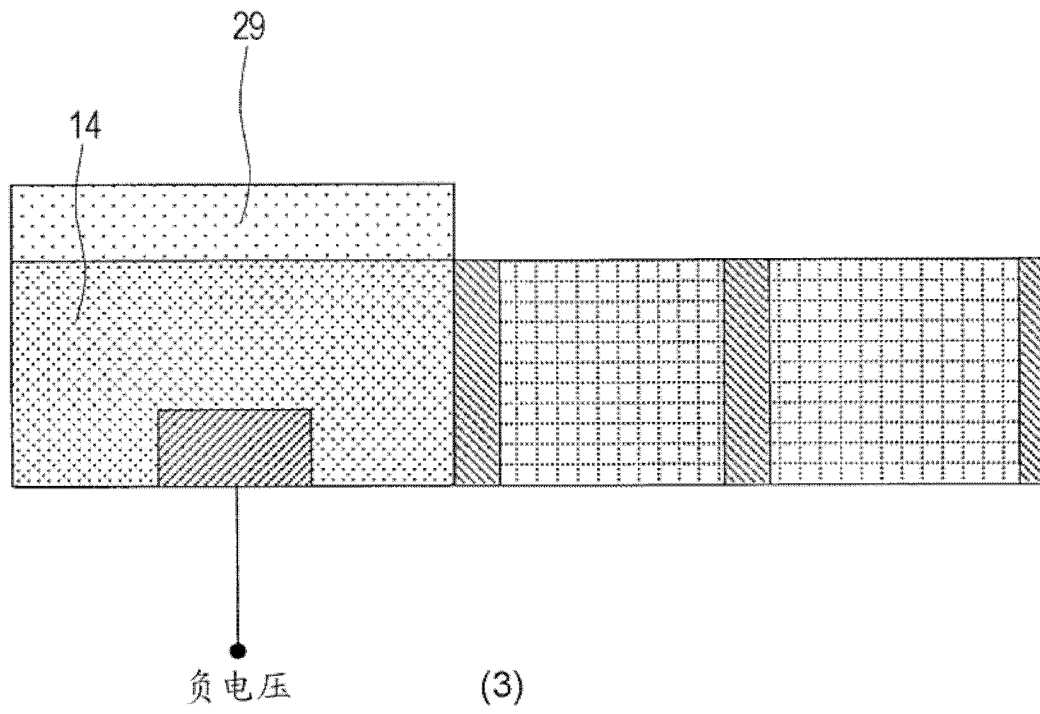


图 28

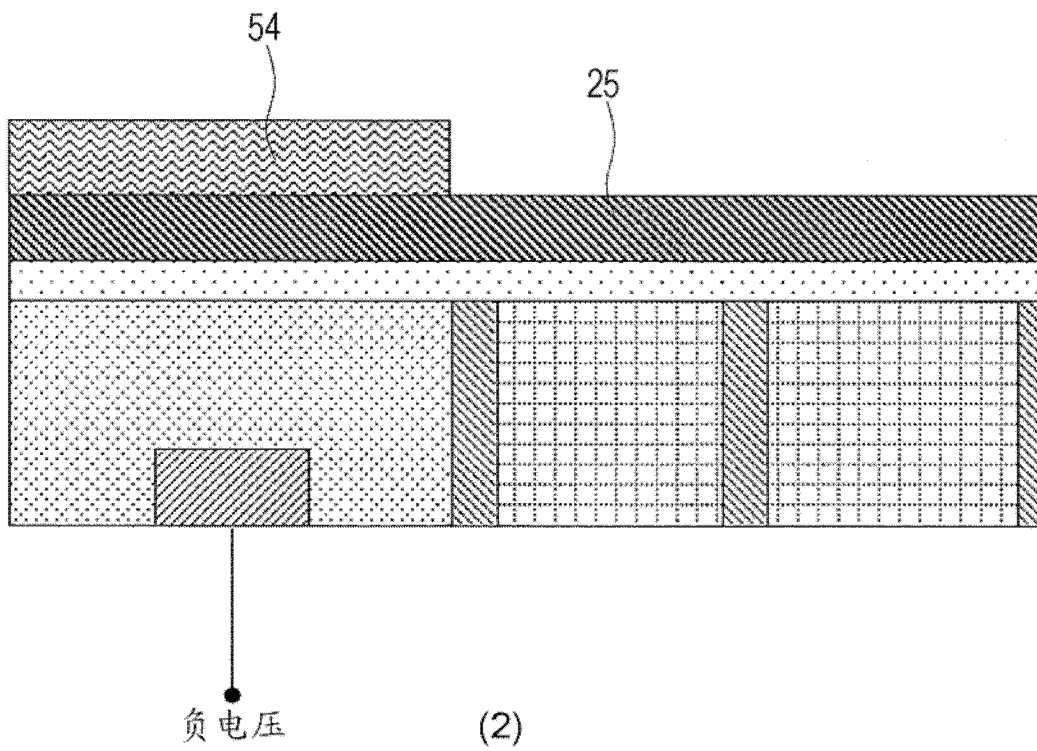
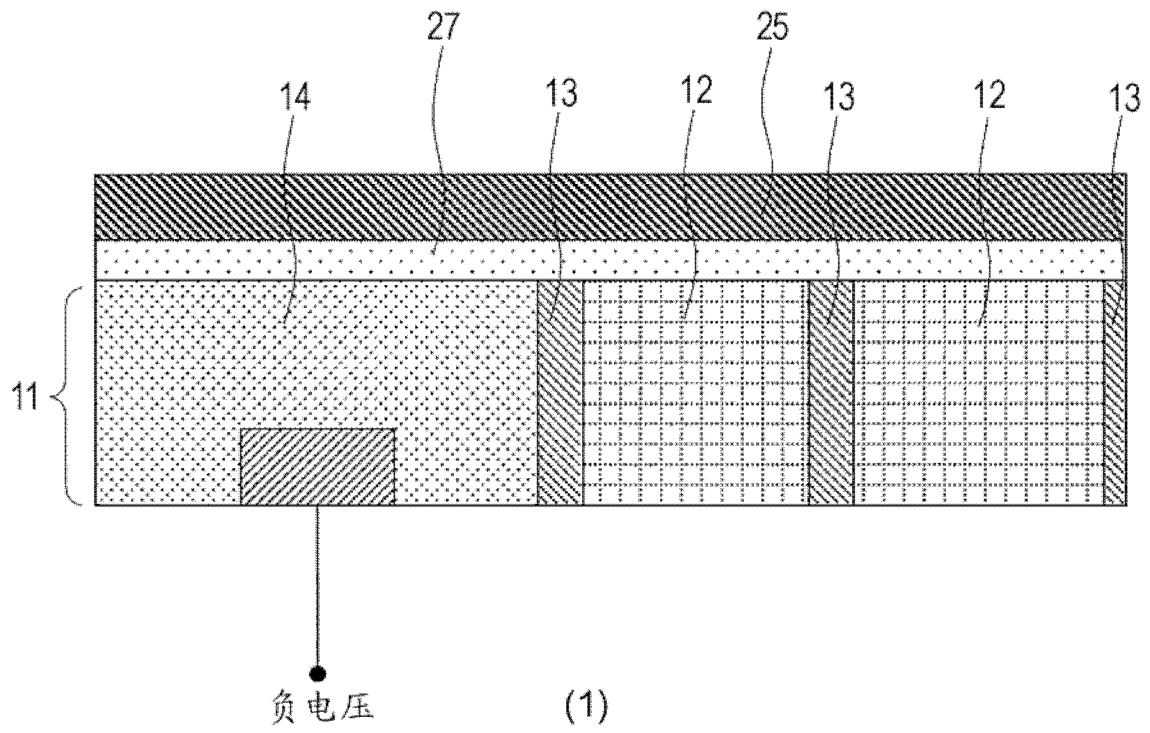


图 30

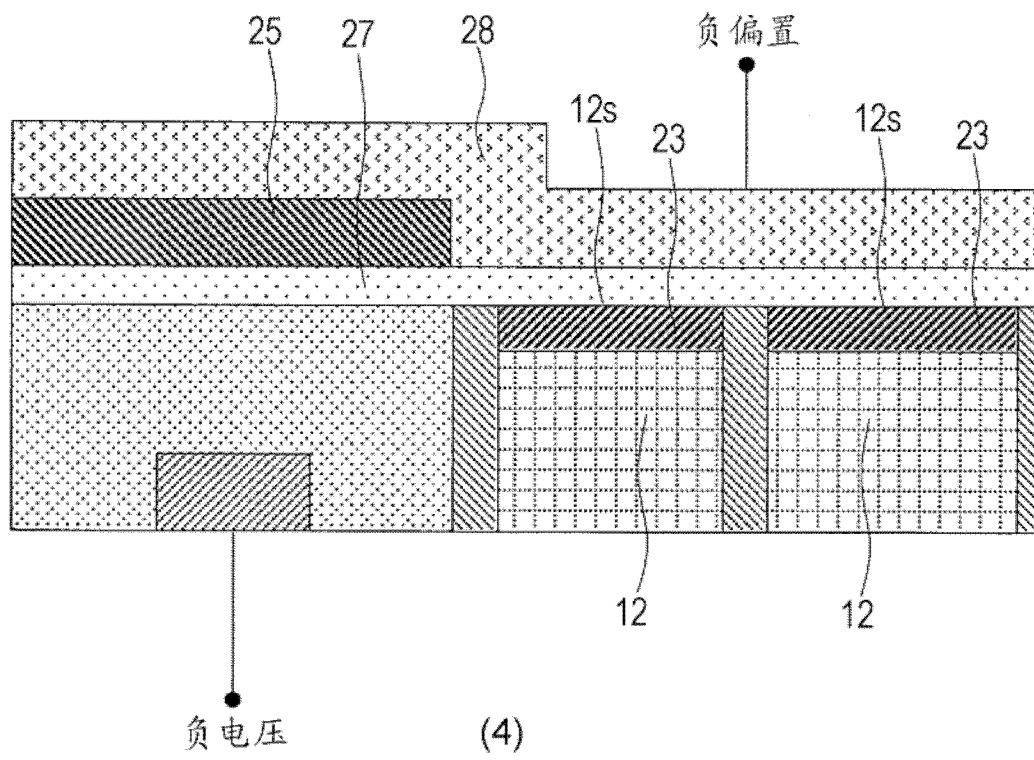
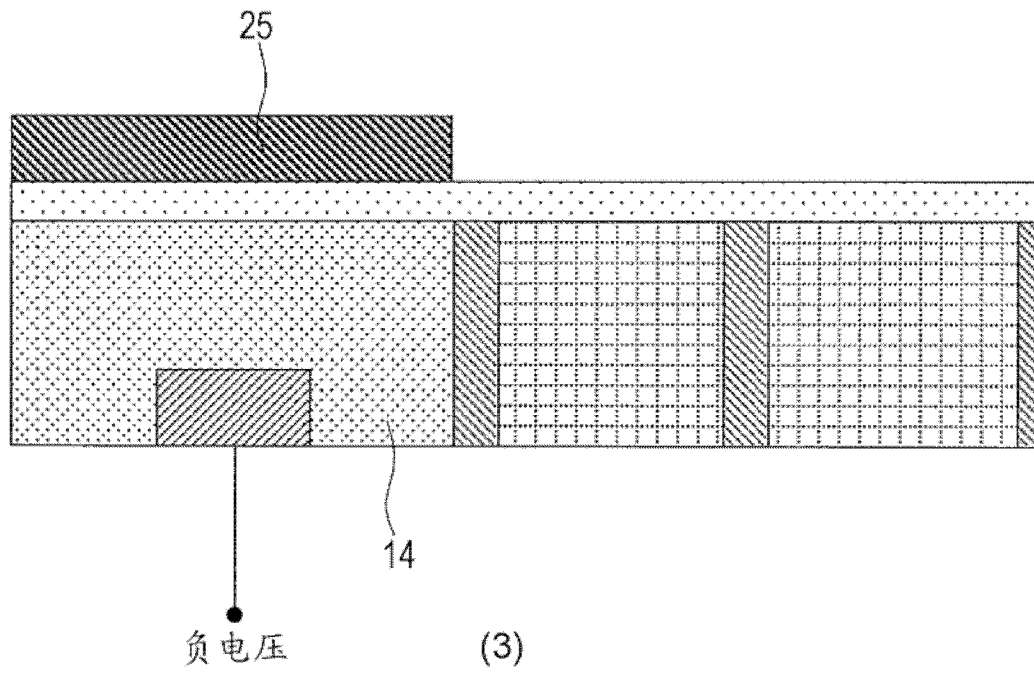


图 31

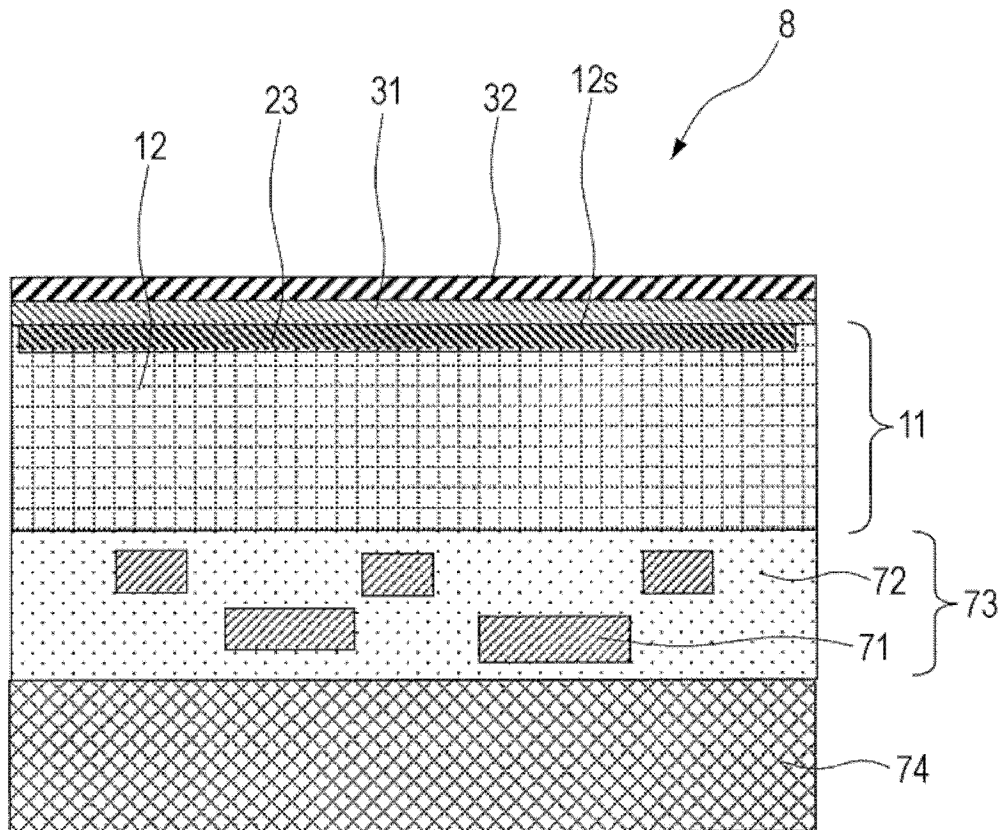


图 32

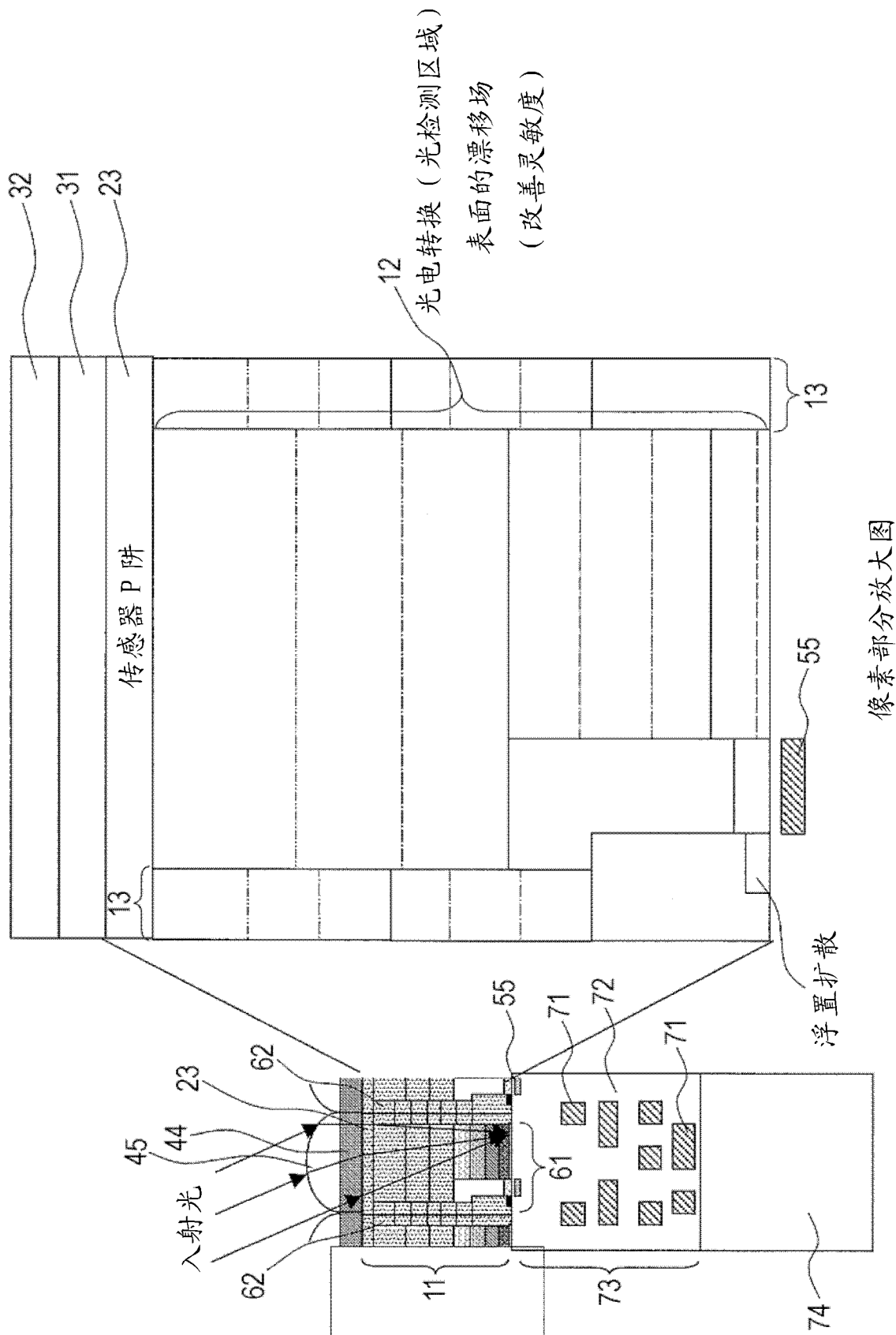


图 33

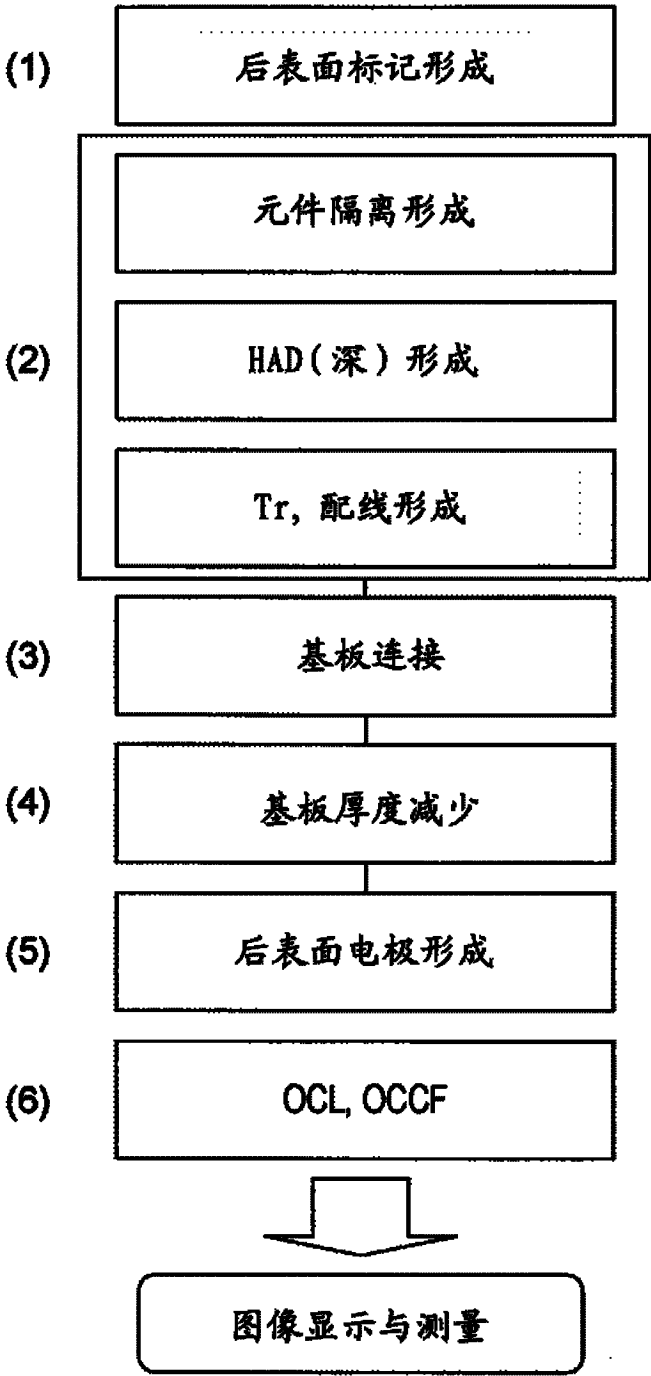


图 34

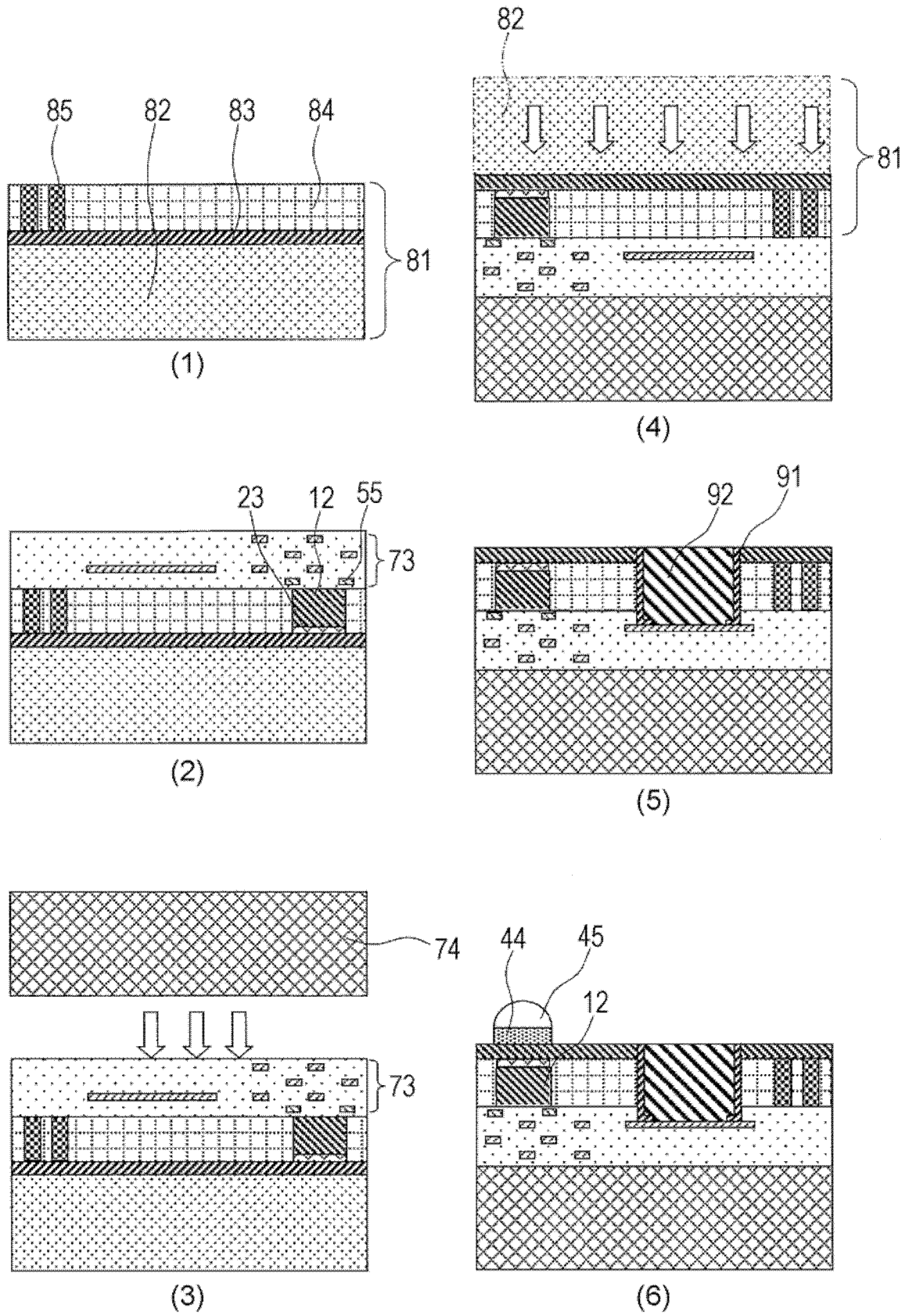


图 35

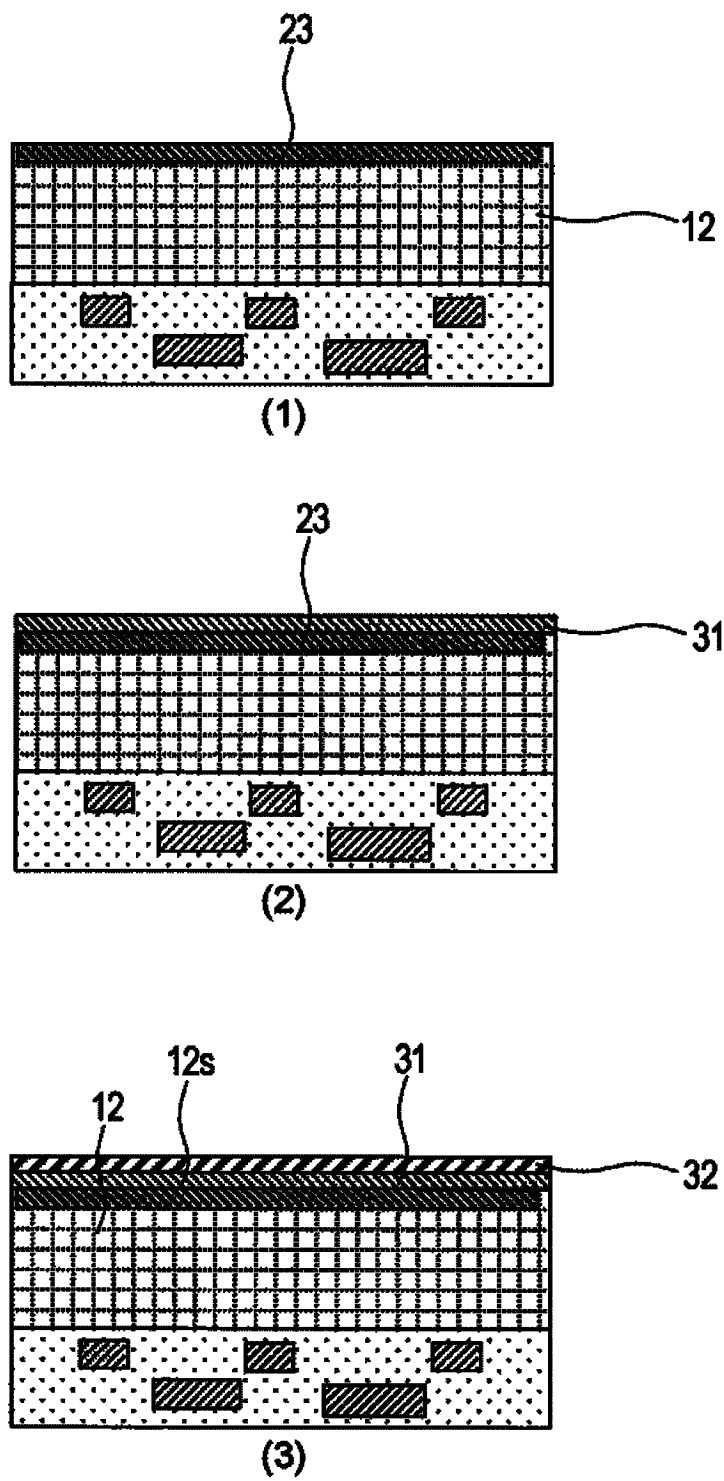


图 36

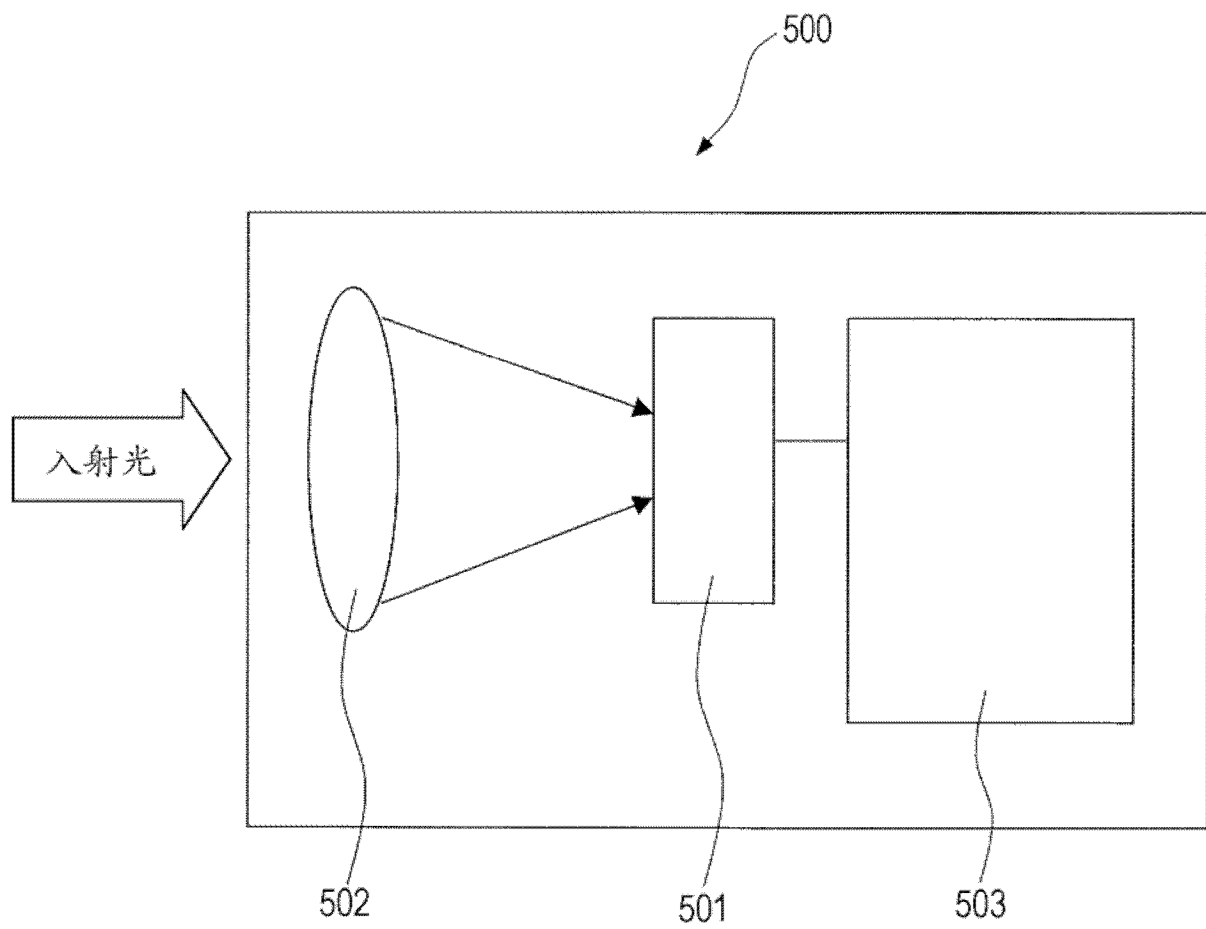
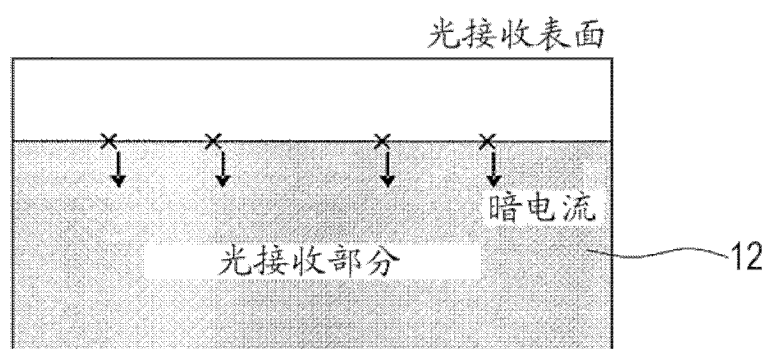
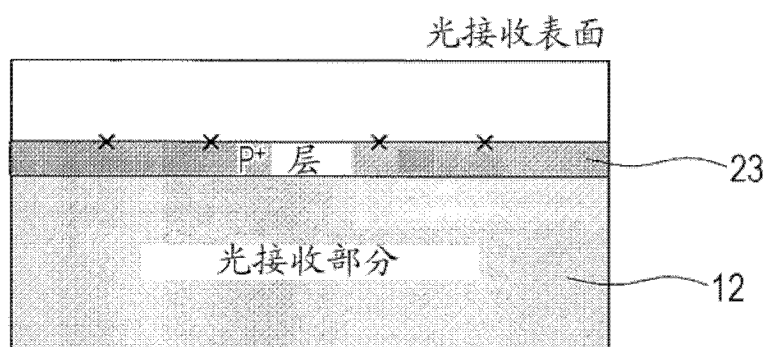


图 37



× ... 界面态

(1)



× ... 界面态

(2)

图 38