



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103107176 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201210375335. 2

(22) 申请日 2012. 09. 29

(30) 优先权数据

2011-222348 2011. 10. 06 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 庄山敏弘

(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 李向英

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

G23C 16/30(2006. 01)

G23C 16/44(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008/0007839 A1, 2008. 01. 10, 说明书第
[0020]-[0041] 段、附图 1.

US 2008/0007839 A1, 2008. 01. 10, 说明书第
[0020]-[0041] 段、附图 1.

US 2007/0278536 A1, 2007. 12. 06, 说明书第

[0041]-[0052] 段、附图 1-2.

US 2008/0203541 A1, 2008. 08. 28, 说明书第
[0076]-[0099] 段.

CN 1722433 A, 2006. 01. 18, 全文.

审查员 廖艳闰

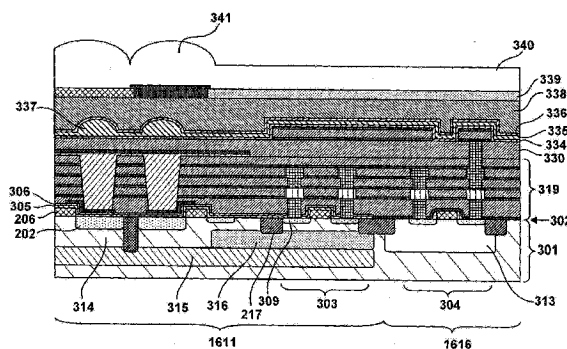
权利要求书2页 说明书7页 附图15页

(54) 发明名称

固态图像传感器及其制造方法以及照相机

(57) 摘要

公开了固态图像传感器及其制造方法以及照相机。具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法包括：使用六氯乙硅烷 (Si_2Cl_6) 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分的至少一部分。



1. 一种具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法,其特征在于所述方法包括:
使用六氯乙硅烷 Si_2Cl_6 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分的至少一部分;

在所述硅氮化物膜上形成层间绝缘膜;以及
在所述层间绝缘膜上形成布线层。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在形成所述布线层之前,通过使用所述硅氮化物膜作为蚀刻终止层蚀刻所述层间绝缘膜,来在所述层间绝缘膜中形成用于连接所述布线层和晶体管的接触孔。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在通过所述低压化学气相沉积方法形成所述硅氮化物膜时,形成所述硅氮化物膜以包含 Si-H 键和 N-H 键,使得所述 Si-H 键和所述 N-H 键中的至少一个的密度不小于 1.5×10^{21} 原子 / cm^3 。

4. 一种具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法,其特征在于所述方法包括:
使用六氯乙硅烷 Si_2Cl_6 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分的至少一部分;

在所述硅氮化物膜上形成层间绝缘膜;
在所述层间绝缘膜中形成开口;以及
以硅氮化物填充所述开口,

其中,所述层间绝缘膜和填充所述开口的所述硅氮化物形成用于将光引导到所述光电转换部分的导光部。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,在以所述硅氮化物填充所述开口时,通过等离子体增强化学气相沉积方法以所述硅氮化物填充所述开口。

6. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,在所述层间绝缘膜中形成所述开口时,通过使用由所述低压化学气相沉积方法形成的所述硅氮化物膜作为蚀刻终止层蚀刻所述层间绝缘膜,来形成所述开口。

7. 一种具有光电转换部分和晶体管的固态图像传感器的制造方法,其特征在于所述方法包括:

形成第一硅氮化物膜以覆盖所述光电转换部分的至少一部分,并在所述晶体管的栅极的侧壁上形成侧面隔离区;以及

在所述侧面隔离区上形成第二硅氮化物膜以覆盖所述晶体管,并在所述第一硅氮化物膜上形成第三硅氮化物膜以覆盖所述光电转换部分的至少一部分,

其中,通过蚀刻第一膜而由所述第一膜形成所述第一硅氮化物膜和所述侧面隔离区,并且通过蚀刻第二膜而由所述第二膜形成所述第二硅氮化物膜和所述第三硅氮化物膜,

其中,使用六氯乙硅烷 Si_2Cl_6 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成所述第一膜和所述第二膜中的至少一个。

8. 一种具有光电转换部分和晶体管的固态图像传感器的制造方法,其特征在于所述方法包括:

使用六氯乙硅烷 Si_2Cl_6 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分和所述晶体管;以及

蚀刻所述硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜的一部分保留以覆盖所述光电转换部分的

至少一部分,并由所述硅氮化物膜在所述晶体管的栅极的侧壁上形成侧面隔离区。

9. 一种具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法,其特征在于所述方法包括:

使用六氯乙硅烷 Si_2Cl_6 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分的至少一部分;以及

在形成所述硅氮化物膜之后,通过等离子体增强化学气相沉积方法来沉积硅氮化物。

10. 一种固态图像传感器,其特征在于所述固态图像传感器包括:

具有光电转换部分的半导体基底;

所述半导体基底上的布线层;

所述布线层和所述半导体基底之间的层间绝缘膜;以及

位于所述层间绝缘膜和所述光电转换部分的至少一部分之间的硅氮化物膜,使用六氯乙硅烷作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成所述硅氮化物膜。

11. 根据权利要求 10 所述的固态图像传感器,其中,所述硅氮化物膜包含 Si-H 键和 N-H 键;以及

所述 Si-H 键和所述 N-H 键中的至少一个的密度不小于 1.5×10^{21} 原子 / cm^3 。

12. 一种照相机,其特征在于包括:

根据权利要求 10 的固态图像传感器;以及

处理从所述固态图像传感器输出的信号的处理单元。

固态图像传感器及其制造方法以及照相机

技术领域

[0001] 本发明涉及固态图像传感器及其制造方法以及照相机。

背景技术

[0002] 近年来,已经提出了具有导光部的固态图像传感器,以增加要入射到光电转换部分上的光。正如日本专利公开号 2004-207433 中所描述的,在其上形成光电二极管的半导体基底上由低压 CVD (化学气相沉积) 方法形成硅氮化物膜,在硅氮化物膜上形成层间绝缘膜,并且使用硅氮化物膜作为蚀刻终止层,蚀刻层间绝缘膜。通过蚀刻层间绝缘膜形成形成导光部所需的开口部分。此外,经由开口部分通过蚀刻硅氮化物膜,在硅氮化物膜中也形成开口部分。还有,正如日本专利公开号 2004-207433 中所描述的,由于作为蚀刻终止层的硅氮化物膜具有高的氢吸收效果,所以能够防止氢进入由硅氮化物膜所覆盖的部分(0019 至 0021、0030 和 0031 段)。此外,在日本专利公开号 2004-207433 中所描述的结构中,每个光电二极管的上表面的部分区域(每个导光部的周围区域)由硅氮化物膜经由栅绝缘膜覆盖(0021 段,图 3 (B))。

[0003] 日本专利公开号 2004-207433 中所描述的硅氮化物膜用于防止氢进入该膜所覆盖的部分。因此,应当理解,硅氮化物膜是氢含量小的膜,也就是使用二氯硅烷(SiH_2Cl_2 ; 后文将称为 DCS) 的由低压 CVD 方法形成的硅氮化物膜(后文将称为 DCS-SiN)。当像素被 DCS-SiN 覆盖时,对每个光电转换部分的氢供给变得不足,并且自由键无法充分地封端。因此难以获得具有低暗电流的固态图像传感器。

[0004] 另一方面,已经提出了通过等离子体增强 CVD (PECVD) 方法在每个光电转换部分上形成硅氮化物膜(后文将称为 P-SiN)的方法,以增加对光电转换部分的氢供给量。不过,利用这种方法,由于在 P-SiN 形成之时基底遭受了等离子体损害,由 P-SiN 覆盖像素的结构可能增加光电转换部分的晶体缺陷。因此,这种方法不利于获得具有低暗电流的固态图像传感器。

发明内容

[0005] 本发明提供了有利于减小固态图像传感器的暗电流的技术。

[0006] 本发明的第一方面提供了具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法,所述方法包括:使用六氯乙硅烷(Si_2Cl_6) 作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成硅氮化物膜,使得所述硅氮化物膜覆盖所述光电转换部分的至少一部分。

[0007] 本发明的第二方面提供了具有光电转换部分的固态图像传感器,所述固态图像传感器包括:定位为覆盖所述光电转换部分的至少一部分的硅氮化物膜,所述硅氮化物膜使用六氯乙硅烷作为原料气体通过低压化学气相沉积方法形成。

[0008] 本发明的第三方面提供了照相机,包括:如本发明的所述第二方面定义的固态图像传感器;以及用于处理从所述固态图像传感器输出的信号的处理单元。

[0009] 参考附图从示例性实施例的以下说明,本发明的进一步特征将变得显而易见。

附图说明

[0010] 图 1A 至 1C 是用于解释根据本发明的第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图；

[0011] 图 2A 至 2C 是用于解释根据本发明的第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图；

[0012] 图 3A 和 3B 是用于解释根据本发明的第一实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图；

[0013] 图 4 是显示低压 CVD 装置的结构实例的视图；

[0014] 图 5 是柱状图,显示 HCD-SiN 和 DCS-SiN 中 Si-H 和 N-H 键密度的分析结果；

[0015] 图 6A 至 6C 是用于解释根据本发明的第二实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图；

[0016] 图 7A 至 7C 是用于解释根据本发明的第二实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图；

[0017] 图 8A 和 8B 是用于解释根据本发明的第二实施例的固态图像传感器及其制造方法的视图。

具体实施方式

[0018] 后文将描述本发明的实施例。本发明的一实施例针对具有光电转换部分的固态图像传感器的制造方法。所述制造方法包括使用六氯乙硅烷 ($\text{Si}_2\text{Cl}_6\text{:HCD}$) 作为原料气体通过低压 CVD (LPCVD) 方法形成硅氮化物膜的过程,以便覆盖每个光电转换部分的至少一部分。在这种情况下,在光电转换部分与硅氮化物膜之间可以形成也可以不形成诸如绝缘膜的膜。硅氮化物膜可以覆盖光电转换部分的整个区域。根据这实施例,由于形成对光电转换部分具有优良氢供给性能的硅氮化物膜,光电转换部分的自由键由氢封端,从而减小了暗电流。还有,这实施例有利于减小暗电流也因为,与通过等离子体增强 CVD 方法形成硅氮化物膜的情况不同,对光电转换部分没有等离子体损害。

[0019] 另一方面,在覆盖每个光电转换部分的至少一部分的硅氮化物膜形成时,当 DCS 被用作供给硅所需的原料气体时,所获得的硅氮化物膜的氢含量极小。因为这个原因,例如,在氢气中的烧结过程之时,对由这层硅氮化物膜覆盖的光电转换部分的氢供给量变小。结果,自由键无法充分地封端,所以难以获得具有低暗电流的固态图像传感器。

[0020] 后文将描述本发明的更实用的实施例,但是本发明不限于以下实施例。例如,每个以下实施例的固态图像传感器都具有导光部,但是导光部可以是任意采纳的。每个以下实施例的固态图像传感器都是前面照射传感器,但是本发明也适用于背面照射传感器。

[0021] 下面将参考图 1A 至 1C、图 2A 至 2C 以及图 3A 和 3B,描述根据本发明的第一实施例的固态图像传感器及其制造方法。第一实施例的固态图像传感器包括像素部分 1611 和外围电路部分 1616。典型情况下,像素部分 1611 包括多个像素,并且每个像素都包括一个光电转换部分。外围电路部分 1616 是像素部分 1611 以外的区域。外围电路部分 1616 能够包括例如垂直扫描电路(行选择电路)、水平扫描电路(列选择电路)、读出电路和控制电路。图 1A 至 1C、图 2A 至 2C 以及图 3A 和 3B 展示了包括两个光电转换部分的像素部分 1611 和

包括一个晶体管 304 的外围电路部分 1616。不过,像素部分 1611 包括更多的光电转换部分,而外围电路部分 1616 包括更多晶体管。

[0022] 下面将描述根据第一实施例的固态图像传感器的制造方法。在图 1A 所示的过程中,准备了其上形成诸如晶体管和光电转换部分的元件的半导体基底 301,并且在半导体基底 301 的主面 302 上形成硅氮化物膜 305、硅氧化物膜 306 和硅氮化物膜 307 作为绝缘膜。典型情况下,半导体基底 301 是硅基底,并且具有主面 302。半导体基底 301 包括:分别构成光电转换部分(光电二极管)的 n 型半导体区域 202 和 203、像素部分 1611 的晶体管 303 和外围电路部分 1616 的晶体管 304。n 型半导体区域 202 和 203 用作累积电荷(在这个实例中是电子)的电荷累积区域。转移晶体管的栅电极 206 和 207 分别对应于 n 型半导体区域 202 和 203,并且具有转移 n 型半导体区域 202 和 203 中电荷的功能。

[0023] 在作为电荷累积区域的 n 型半导体区域 202 和 203 的下方形成 n 型半导体区域 314。n 型半导体区域 314 比作为电荷累积区域的 n 型半导体区域 202 和 203 具有更低的杂质浓度。p 型半导体区域 315 定位在 n 型半导体区域 314 的下方。至少 n 型半导体区域 202 和 314 以及 p 型半导体区域 315 构成一个光电转换部分。还有,至少 n 型半导体区域 203 和 314 以及 p 型半导体区域 315 构成一个光电转换部分。n 型半导体区域 202 和 203 被隔离部分 216 彼此隔离。

[0024] 像素部分 1611 的晶体管 303 具有 n 型源 / 漏区 309 和栅电极 308。p 型半导体区域 316 定位在晶体管 303 的源 / 漏区 309 和浮动扩散区 210 的下方。在外围电路部分 1616 中,定位有 NMOS 晶体管和 PMOS 晶体管,它们构成 CMOS 电路。不过,图 1A 至 1C、图 2A 至 2C 以及图 3A 和 3B 仅仅示范了 NMOS 晶体管。外围电路部分 1616 的晶体管 304 具有定位在 p 型半导体区域 313 中的 n 型源 / 漏区 311 以及在源 / 漏区 311 之间的半导体基底 301 的主面 302 上定位的栅电极 310。注意,在图 1A 至 3B 中,没有显示栅绝缘膜。诸如晶体管 303 和 313 的晶体管被元件隔离部分 317 彼此隔离。

[0025] 在图 1A 所示的过程中,在像素部分 1611 和外围电路部分 1616 的区域上的半导体基底 301 的主面 302 上都形成多层堆叠的绝缘膜。更确切地说,在主面 302 上形成硅氧化物膜(未显示),在硅氧化物膜上形成硅氮化物膜 305,并且在硅氮化物膜 305 上形成硅氧化物膜 306。至于像素部分 1611 的外围电路部分 1616 和外围电路部分 1616,硅氧化物膜(未显示)、硅氮化物膜 305 和硅氧化物膜 306 被蚀刻以在栅电极 310 的侧壁上形成侧面隔离区 312。使用这些侧面隔离区 312,能够形成源 / 漏区 311 以具有 LDD 结构。在像素部分 1611 上保留的硅氮化物膜 305 能够在形成接触孔时被用作蚀刻终止层,并且也能够被用作抗反射膜。

[0026] 在源 / 漏区 311 和栅电极 310 上能够形成高熔点金属的硅化物层比如硅化钴。该硅化物层能够选择地仅仅在外围电路部分 1616 的晶体管上形成。这是为了减小源 / 漏区 311 和栅电极 310 的电阻。注意,硅化物层能够在源 / 漏区 311 和栅电极 310 之一上形成。

[0027] 在像素部分 1611 和外围电路部分 1616 的区域上都能够形成硅氮化物膜(绝缘膜) 307。在形成硅氮化物膜 307 之前,在像素部分 1611 和外围电路部分 1616 上都可以形成硅氧化物膜(未显示)。这是为了防止半导体基底的主面 302 从外围电路部分 1616 的晶体管 304 的源 / 漏区 311 暴露。

[0028] 下一步,在图 1B 所示的过程中,在像素部分 1611 和外围电路部分 1616 上形成的

硅氮化物膜 307 被图案化以形成硅氮化物膜 317 和硅氮化物膜 318。在这种情况下,当形成硅氧化物膜(未显示)时,可以将其图案化为与硅氮化物膜 317 和 318 具有相同的形状。硅氮化物膜 317 能够定位在作为电荷累积区域的 n 型半导体区域 202 和 203 上,也就是,覆盖光电转换部分的至少一部分和转移晶体管的栅电极 207 的至少一部分。在像素部分 1611 的其他区域上,通过蚀刻去除了硅氮化物膜 307。在外围电路部分 1616 上,不蚀刻而保留硅氮化物膜 307 作为硅氮化物膜 318。

[0029] 下一步,在图 1C 所示的过程中,能够形成多个层间绝缘膜 319、接触插塞 320、第一布线层 321 和包括导孔插塞的第二布线层 322。这多个层间绝缘膜 319 能够通过交替堆叠硅氧化物膜和硅氮化物膜配置。这多个层间绝缘膜 319 能够被用作导光部的包层。第一布线层 321 和第二布线层 322 能够由镶嵌方法,使用例如含铜作为主要成分的材料形成,但是它们也可以使用其他材料比如铝形成。

[0030] 下一步,在图 2A 所示的过程中,在多个层间绝缘膜 319 中形成开口 323。通过在光电转换部分(n 型半导体区域 202 和 203)对应的区域中形成具有开口的光阻图案(未显示),并且使用该图案作为掩模蚀刻多个层间绝缘膜 319,来形成开口 323。这种蚀刻能够例如是各向异性蚀刻。更确切地说,对多个层间绝缘膜 319 能够执行等离子体蚀刻,直到暴露出硅氮化物膜 317。硅氮化物膜 317 是蚀刻时降低对光电转换部分(n 型半导体区域 202 和 203)的等离子体损害所需的膜,并且也用作蚀刻终止膜。前述的硅氧化物膜(未显示)、硅氮化物膜 305 和硅氧化物膜 306 定位在半导体基底的主面 302 与硅氮化物膜 317 之间,对于变为入射到光电转换部分(n 型半导体区域 202 和 203)上的光,它们能够用作抗反射膜。

[0031] 下一步,在图 2B 所示的过程中,折射率高于用作包层的多个层间绝缘膜 319 的透明材料,填充开口 323 以形成用作将光引导到光电转换部分所用的导光部的芯的若干部分。在这种情况下,在开口 323 中形成硅氮化物,其折射率高于作为多个层间绝缘膜 319 的主要材料的硅氧化物。更确切地说,通过高密度等离子体 CVD 方法(后文将称为 HDP-CVD 方法)将硅氮化物沉积在整个表面,从而以硅氮化物 324 填充开口 323。在开口 323 以外的部分上形成的硅氮化物能够由例如化学机械抛光(后文将缩写为 CMP)或等离子体蚀刻去除。这个过程使硅氮化物的表面平坦,从而形成硅氮化物膜 325。能够由多个层间绝缘膜 319 和作为高折射率材料的硅氮化物 324 配置每个导光部。能够在硅氮化物膜 325 的上表面上形成硅氮氧化物膜(绝缘膜) 326。

[0032] 下一步,在图 2C 所示的过程中,硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326 被图案化。在图 2C 所示的实例中,在外围电路部分 1616 上的硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326 被去除。不过,仅仅需要去除硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326 的整个区域上至少导孔插塞 331 的预期形成区域。在导孔插塞 331 的预期形成区域上也可以保留硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326。通过各向异性蚀刻,例如等离子体蚀刻,使硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326 图案化。利用这个过程,硅氮化物膜 325 和硅氮氧化物膜 326 被图案化为具有开口 329 的硅氮化物膜 327 和硅氮氧化物膜 328。此后,形成绝缘膜 330 填充开口 329 并覆盖硅氮化物膜 327 和硅氮氧化物膜 328。绝缘膜 330 能够由例如硅氧化物配置。绝缘膜 330 能够通过例如等离子体增强 CVD 方法形成。下一步,形成导孔插塞 331,它连接绝缘膜 330 和第二布线层 322。导孔插塞 331 由例如钨配置,并且能够具有钛和氮化钛的势垒金属。然后能够在导孔插塞 331 上方形成第三布线层 333。第三布线层 333 能够由例如含铝作为主要

成分的导体配置。在这种情况下,第三布线层 333 也能够用作外围电路区域的光屏蔽膜。

[0033] 下一步,在图 3A 所示的过程中,形成绝缘膜 334 所需的第一绝缘膜和形成绝缘膜 335 所需的第二绝缘膜以这种次序形成。在第二绝缘膜上形成透镜形的光阻图案,并且使用该图案作为掩模蚀刻第二绝缘膜,从而形成层内透镜 337。此后,形成绝缘膜 336 所需的第三绝缘膜在透镜上形成。通过去除焊盘比如输入和输出焊盘对应的区域的第三绝缘膜,形成绝缘膜 336。在这种情况下,绝缘膜 335 是具有层内透镜 337 的透镜层,而绝缘膜 334 和 336 能够用作绝缘膜 335 的抗反射膜。

[0034] 在图 3B 所示的过程中,树脂平坦层 338、包括对应于多种颜色的滤色器的滤色器层 339 和包括微透镜 341 的微透镜层 340 以这种次序形成。

[0035] 在固态图像传感器的前述制造方法中,硅氮化物膜 305 和 307 中的至少一个能够由使用六氯乙硅烷 (HCD) 作为原料气体的低压 CVD 方法形成,以便覆盖每个光电转换部分的至少一部分。由这样的方法形成的硅氮化物膜被称为 HCD-SiN。使用例如图 4 所示的气相沉积装置,能够形成硅氮化物膜 305 和 307。图 4 所示的气相沉积装置 100 是批量型低压 CVD 装置。气相沉积装置 100 具有在半导体基底上形成硅氮化物膜所需的加工室 12。在加工室 12 中,定位着由舟 26 保持的基底。气相沉积装置 100 包括用于引入形成硅氮化物膜所需的反应气体 14 的气管 25,控制反应气体 14 的流量比(或流速)所需的质量流量控制器 (MFC)18,以及排出加工室 12 中气体所需的排气泵 20。气相沉积装置 100 也具有控制反应气体 14 的流量比以及加工室 12 内部温度和压力所需的控制单元(未显示)。

[0036] 在一个实例中,硅氮化物膜 305 能够由低压 CVD 方法形成,使用 HCD 作为供给硅所用的反应气体,和使用氨 (NH_3) 作为供给氮所用的反应气体。更确切地说,加工室 12 的内部压力被降低到 13.3 至 133 帕(0.1 至 1.0 托)范围内的预定压力。此后,在气体流量比 HCD/NH_3 = 约 10 至 100、600℃ 的温度和约 30 分钟的膜形成时间的处理条件下,硅氮化物膜 305 生长。那么,能够形成具有约 50nm 厚度的 HCD-SiN 作为硅氮化物膜 305。由于温度被设定在 600℃ 左右,HCD-SiN 能够具有大的氢含量,同时确保了给定的膜形成率。硅氮化物膜 307 也能够与硅氮化物膜 305 相同的条件下形成。

[0037] 在这种情况下,不需要硅氮化物膜 305 和 307 二者都作为 HCD-SiN 形成,而是仅仅需要形成硅氮化物膜 305 和 307 中的至少一个作为 HCD-SiN。例如,能够形成硅氮化物膜 305 作为 DCS-SiN,而能够形成硅氮化物膜 307 作为 HCD-SiN。作为替代,能够形成硅氮化物膜 305 作为 HCD-SiN,而能够形成硅氮化物膜 307 作为 DCS-SiN。

[0038] 下面将示范作为 DCS-SiN 形成硅氮化物膜 305 或 307 的过程。加工室 12 的内部压力被降低到 13.3 至 133 帕(0.1 至 1.0 托)范围内的预定压力。此后,使用 DCS 和氨 (NH_3) 作为反应气体,在气体流量比 DCS/NH_3 = 约 10/1 至 1、770℃ 的温度和约 20 分钟的膜形成时间的处理条件下,硅氮化物膜生长。因此,能够获得具有约 50nm 厚度的硅氮化物膜 (DCS-SiN)。

[0039] 图 5 显示了傅里叶变换 IR 光谱分析法(后文将称为 FT-IR)的分析结果。图 5 显示了由前述方法形成的 HCD-SiN 和 DCS-SiN 的 N-H 和 Si-H 键密度。HCD-SiN 和 DCS-SiN 的膜厚度分别为约 50nm。正如从图 5 可见,HCD-SiN 是比 DCS-SiN 具有更高 Si-H 和 N-H 键密度以及更大氢含量的硅氮化物膜。期望 Si-H 和 N-H 键密度中的至少一个为 1.5×10^{21} 原子/cm³ 或更高。根据本发明人的检查,期望以 1.5×10^{21} 原子/cm³ 或更高密度包含 Si-H 或 N-H 键的硅氮化物膜覆盖光电转换部分。然后,在形成布线图案后的烧结过程中的退火时,

保留的氢有效地封端每个光电转换部分的自由键,因此获得了低噪声的固态图像传感器。HCD-SiN 中的 Si-H 键密度为 3.3×10^{21} 原子 / cm^3 , 而 HCD-SiN 中的 N-H 键密度为 2.5×10^{21} 原子 / cm^3 。两种密度都超过了 1.5×10^{21} 原子 / cm^3 或更高。

[0040] 下面将参考图 6A 至 6C、图 7A 至 7C 以及图 8A 和 8B, 描述根据本发明的第二实施例的固态图像传感器及其方法。在第二实施例中, 与在第一实施例中不同, 在像素部分 1611 上不保留硅氮化物膜 317, 并且硅氮化物膜 305 被用作蚀刻终止层, 而其他方面与第一实施例是共同的。

[0041] 在图 6A 所示的过程中, 通过与参考图 1A 描述的方法相同的方法形成图 6A 所示的结构。不过, 在第二实施例中, 硅氮化物膜 305 作为 HCD-SiN 形成。下一步, 在图 6B 所示的过程中, 在像素部分 1611 和外围电路部分 1616 中的像素部分 1611 上形成的硅氮化物膜 307 被去除以保留外围电路部分 1616 上的硅氮化物膜 318。

[0042] 下一步, 在图 6C 所示的过程中, 能够形成多个层间绝缘膜 319、接触插塞 320、第一布线层 321 和包括导孔插塞的第二布线层 322。这多个层间绝缘膜 319 能够通过交替堆叠硅氧化物膜和硅氮化物膜配置。这多个层间绝缘膜 319 能够被用作导光部的包层。第一布线层 321 和第二布线层 322 能够由镶嵌方法使用例如含铜作为主要成分的材料形成, 但是它们也可以使用其他材料比如铝形成。

[0043] 下一步, 在图 7A 所示的过程中, 在多个层间绝缘膜 319 和硅氮化物膜 306 中形成开口 323。能够通过光电转换部分 (n 型半导体区域 202 和 203) 对应的区域中形成具有开口的光阻图案 (未显示), 并且使用该图案作为掩模蚀刻多个层间绝缘膜 319, 来形成开口 323。这种蚀刻能够为例如各向异性蚀刻。更确切地说, 对多个层间绝缘膜 319 和硅氮化物膜 306 能够执行等离子体蚀刻, 直到暴露出硅氮化物膜 305。硅氮化物膜 305 是蚀刻时降低对光电转换部分 (n 型半导体区域 202 和 203) 的等离子体损害所需的膜, 并且也用作蚀刻终止膜。

[0044] 下一步, 在图 7B 所示的过程中, 折射率高于用作包层的多个层间绝缘膜 319 的透明材料, 填充开口 323 以形成用作导光部的芯的若干部分。在这种情况下, 在开口 323 中形成硅氮化物, 其折射率高于作为多个层间绝缘膜 319 的主要材料的硅氧化物。更确切地说, 使用 HCD 通过低压 CVD 方法将硅氮化物 (HCD-SiN) 沉积在整个表面上, 从而以硅氮化物 324 填充开口 323。在开口 323 以外的部分上形成的硅氮化物能够由例如 CMP 或等离子体蚀刻去除。这个过程使硅氮化物的表面平坦, 从而形成硅氮化物膜 325。

[0045] 此后, 在图 7C、8A 和 8B 所示的过程中, 通过与图 2C、3A 和 3B 所示的过程中的方法相同的方法, 形成布线层 333、平坦层 338、滤色器层 339 和包括微透镜 341 的微透镜层 340。

[0046] 在第二实施例中, 由 HCD-SiN 配置的硅氮化物膜 305 比第一实施例中的硅氮化物膜 317 更接近光电转换部分 (n 型半导体区域 202 和 203)。因此, 第二实施例中的硅氮化物膜 305 具有比第一实施例中的硅氮化物膜 317 更高的对光电转换部分的氢供给性能。

[0047] 作为根据以上实施例的固态图像传感器的应用示例, 下面将示例化加入固态图像传感器的照相机。照相机的概念不仅包括主要意在图像捕获操作的装置, 而且包括以图像捕获功能作为辅助功能的装置 (例如个人电脑和便携式终端)。照相机包括根据被示例化为这些实施例的本发明的固态图像传感器, 以及用于处理从固态图像传感器输出的信号的处理单元。处理单元能够包括例如 A/D 转换器, 以及处理从 A/D 转换器输出的数字数据的处

理器。

[0048] 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。以下权利要求书的范围应当赋予最广泛的解释以包含一切这样的修改以及等效结构和功能。

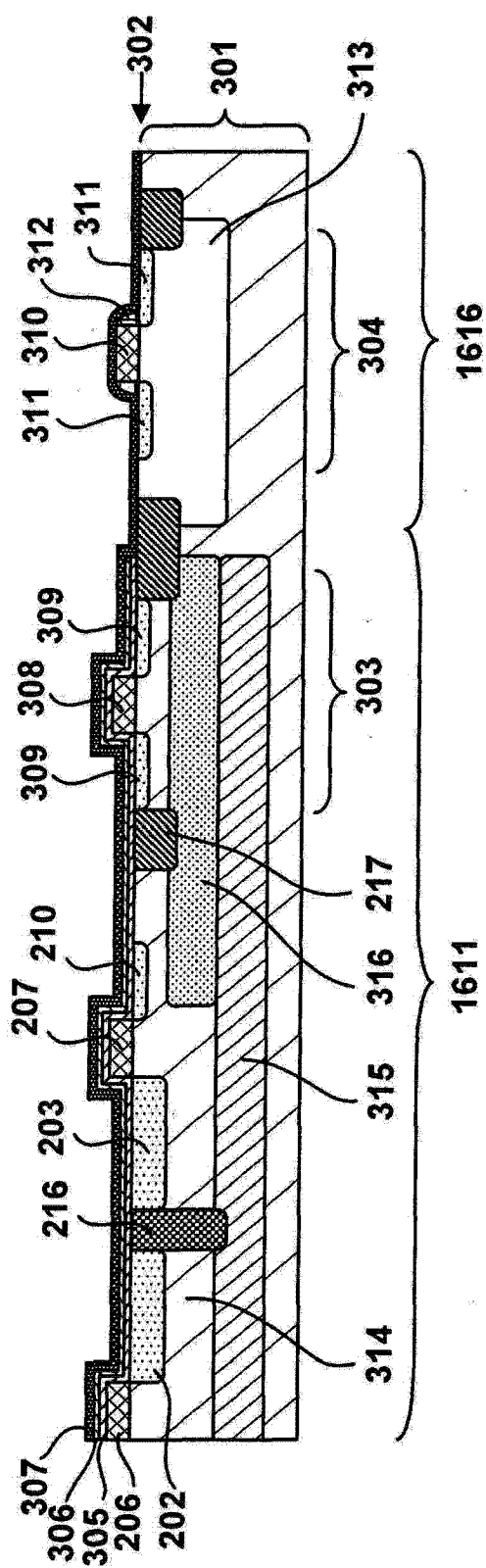


图 1A

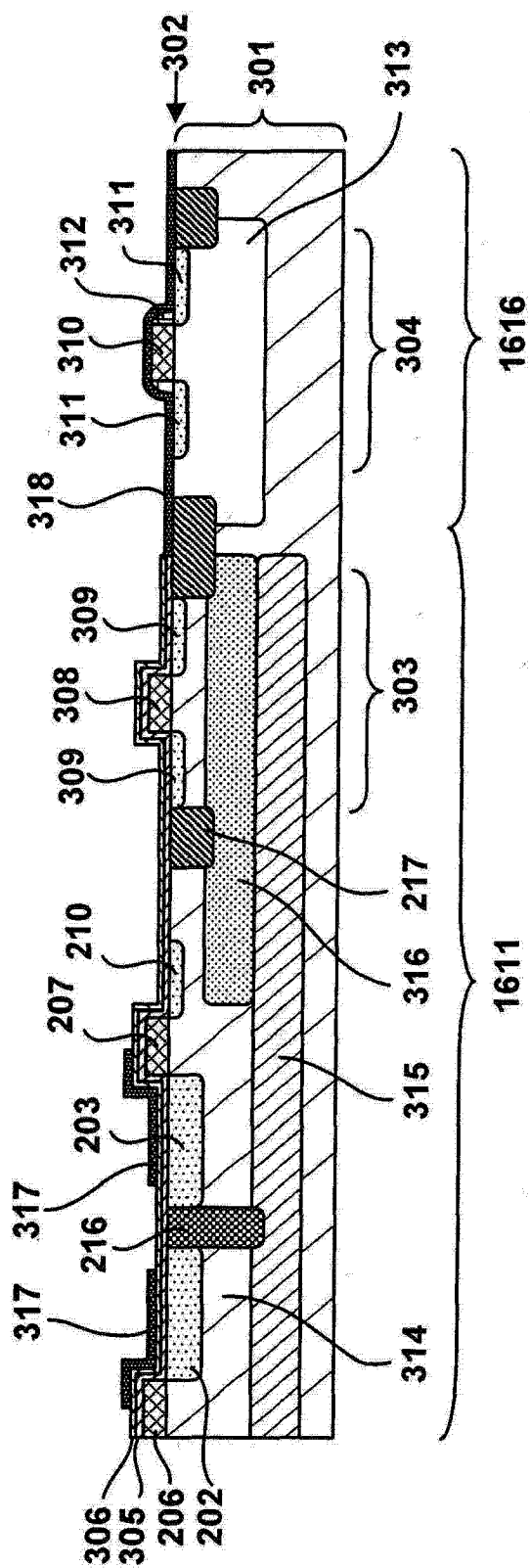


图 1B

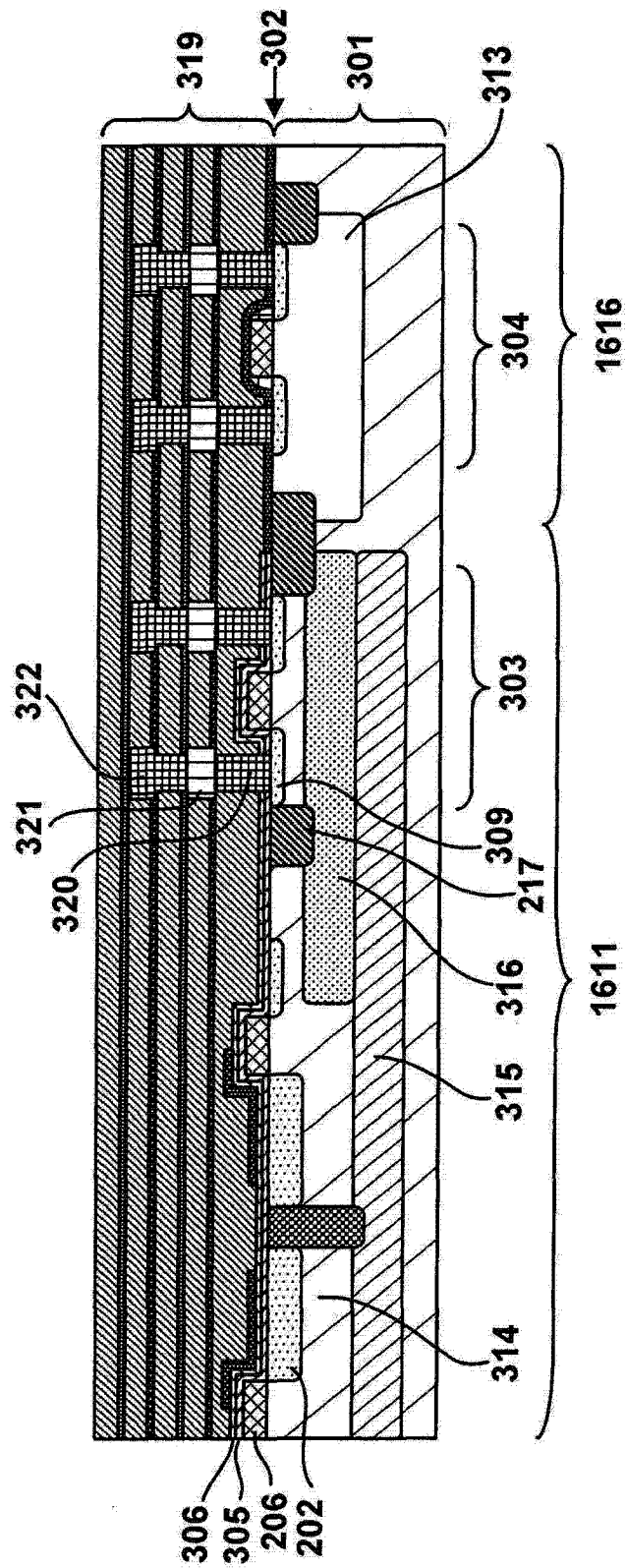


图 1C

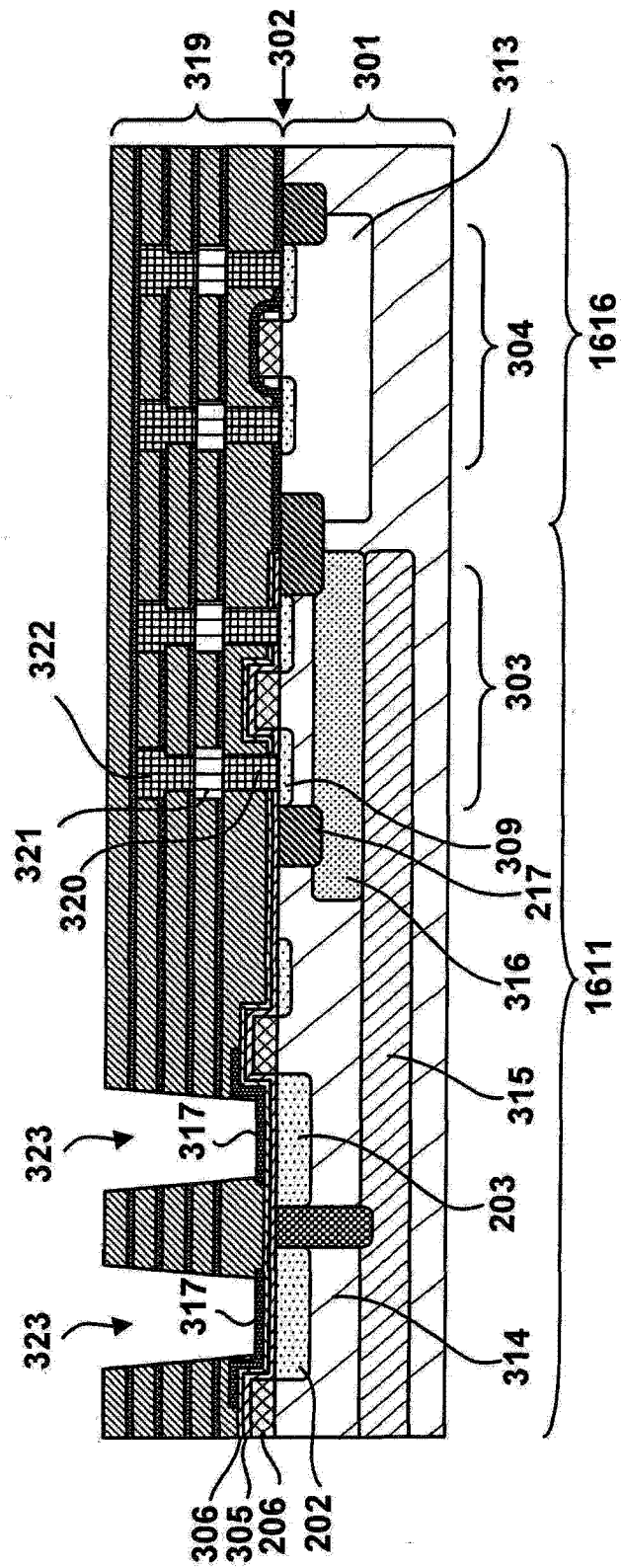


图 2A

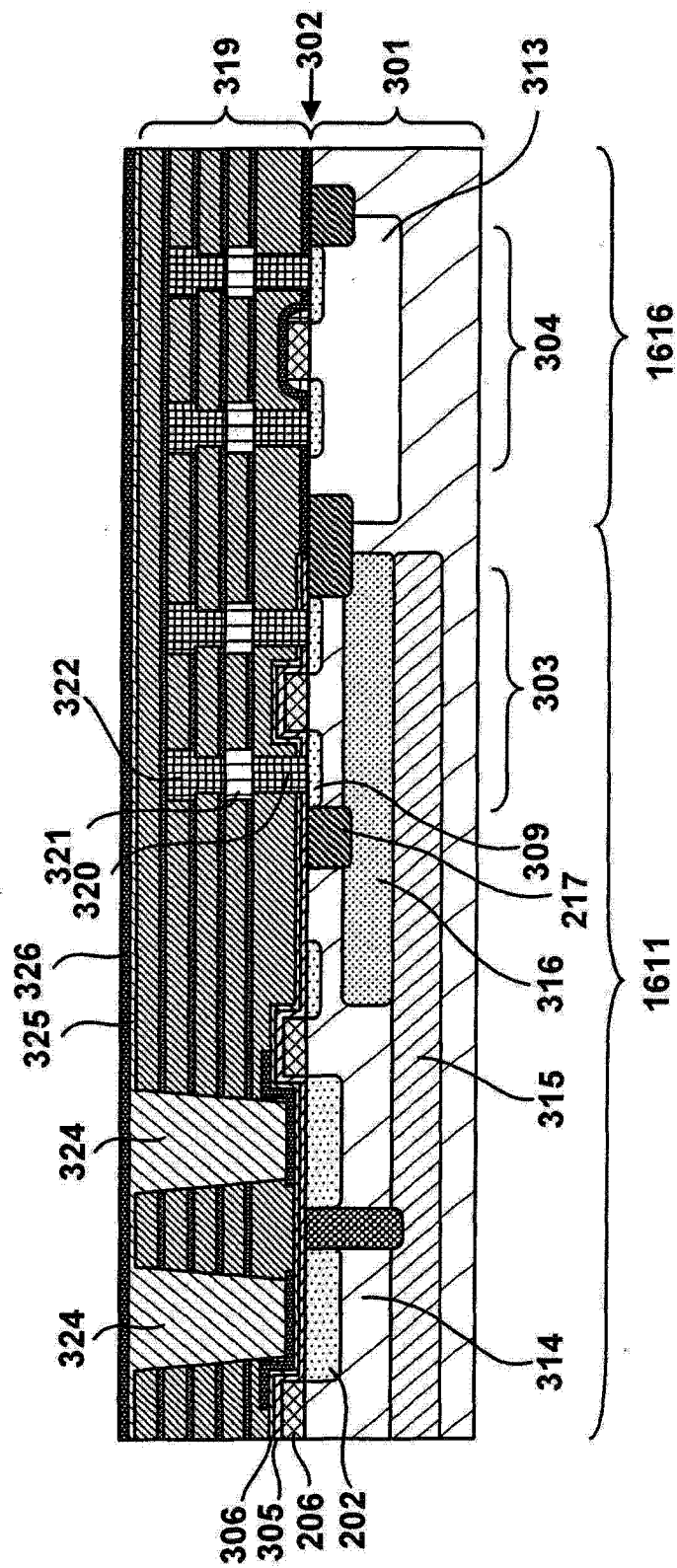


图 2B

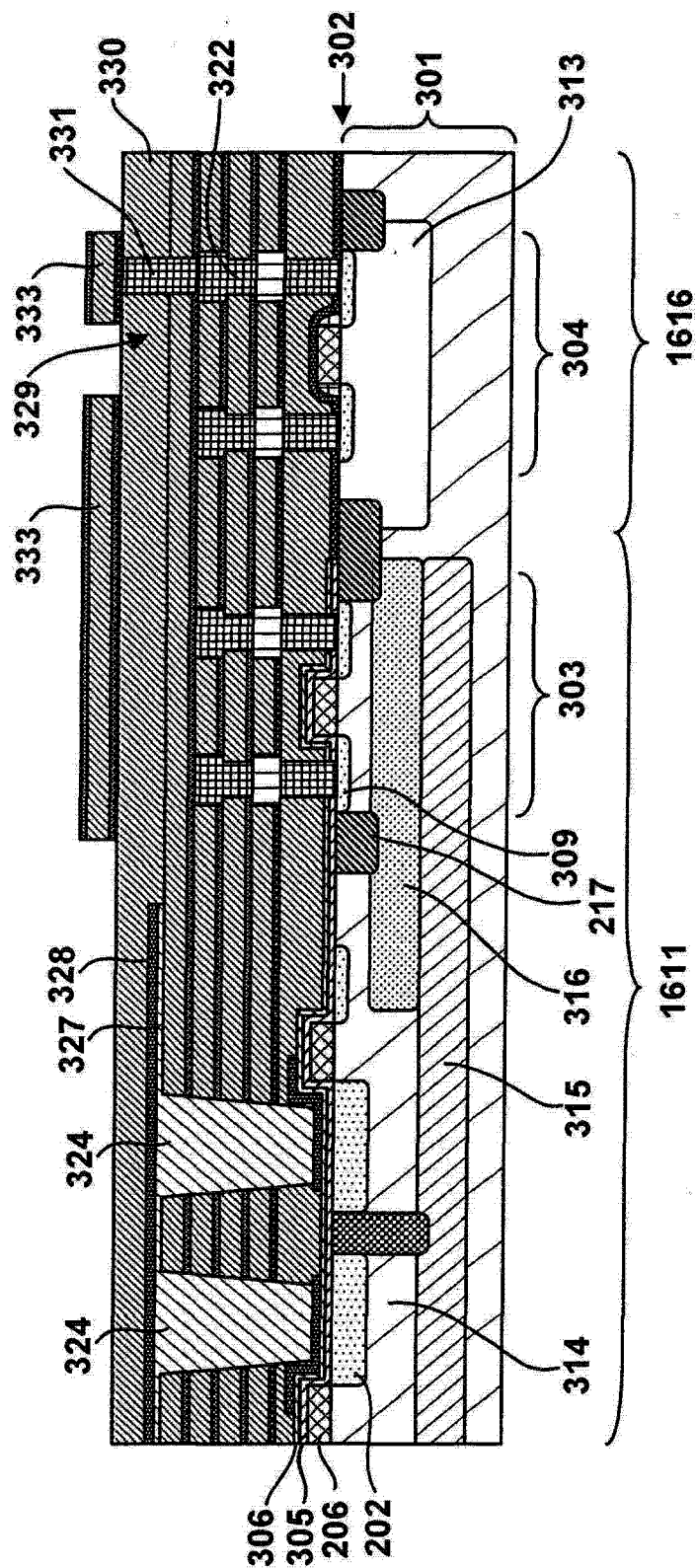


图 2C

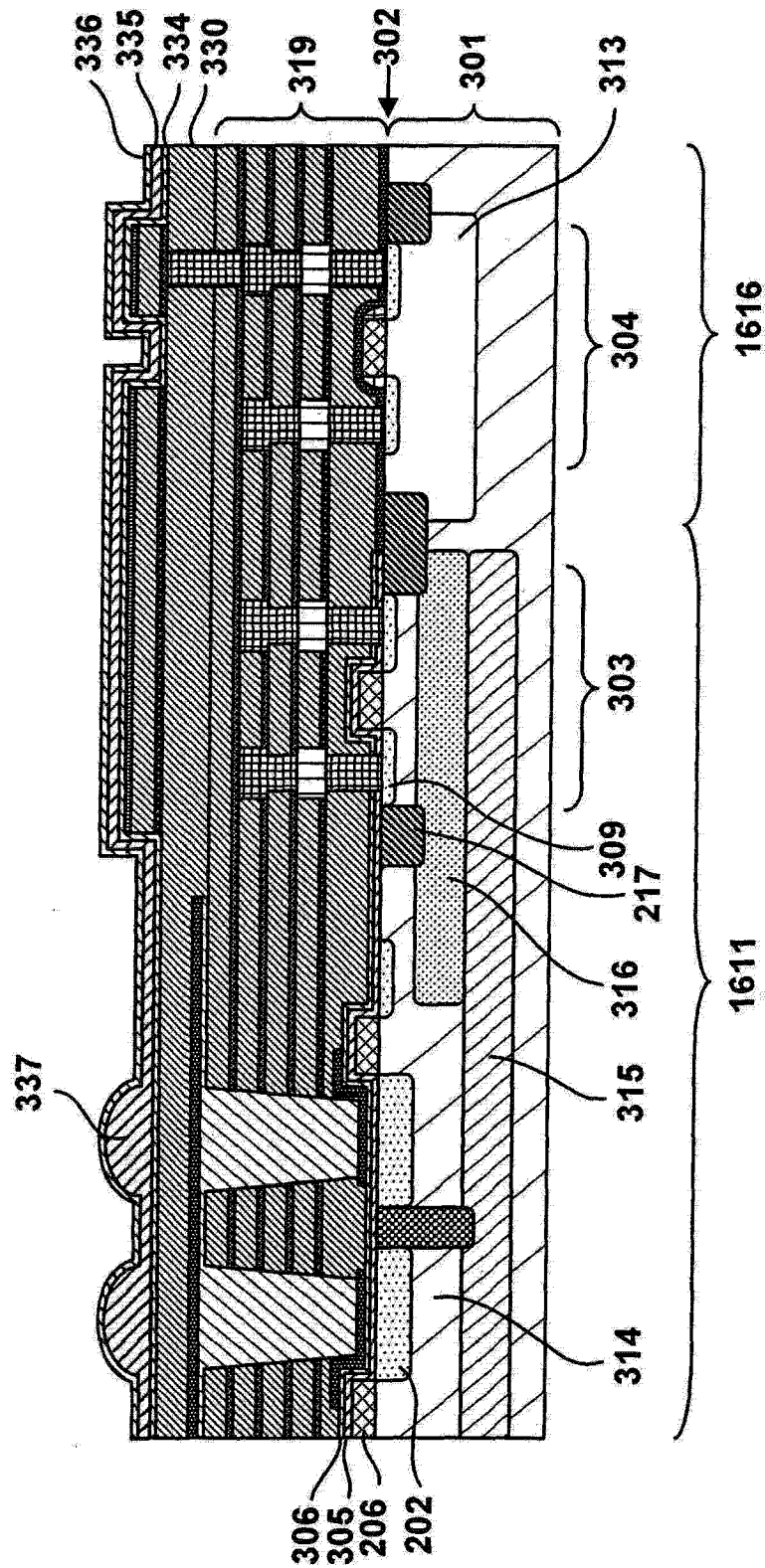


图 3A

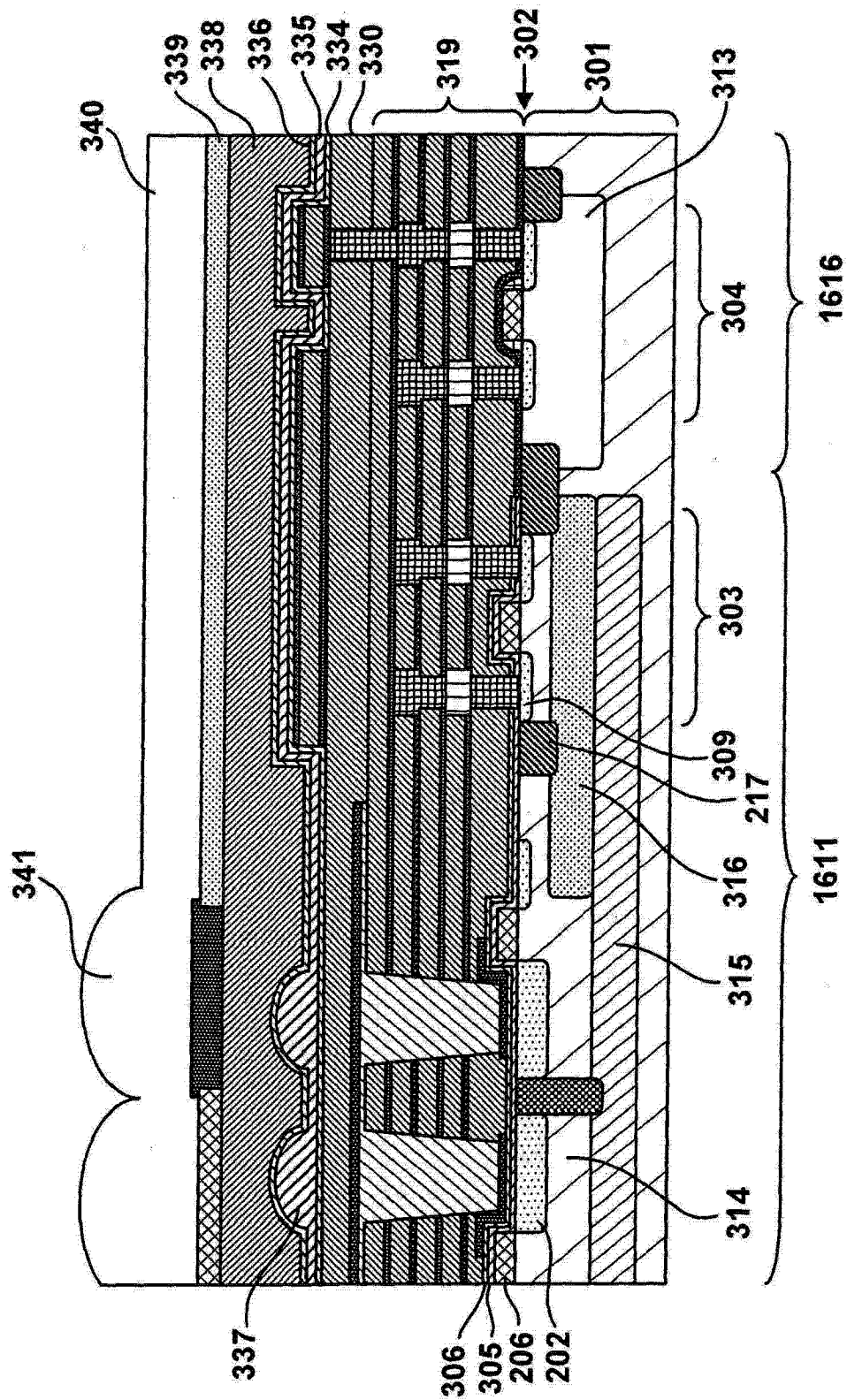


图 3B

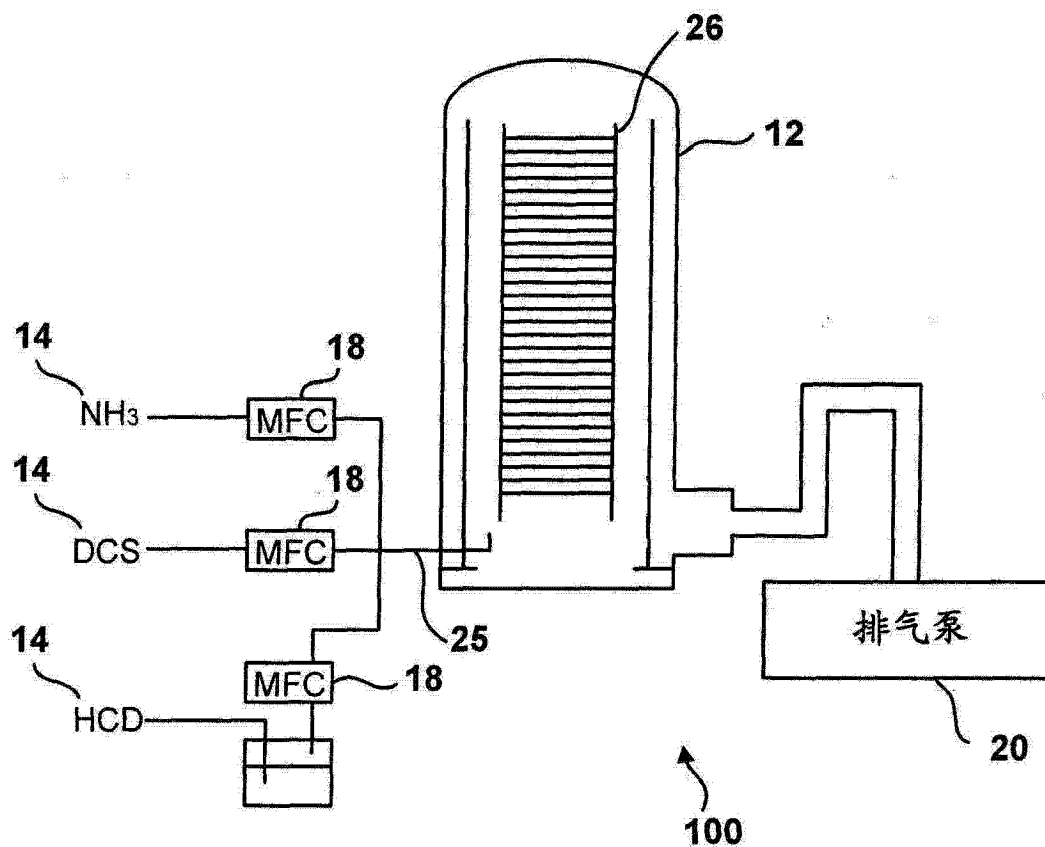


图 4

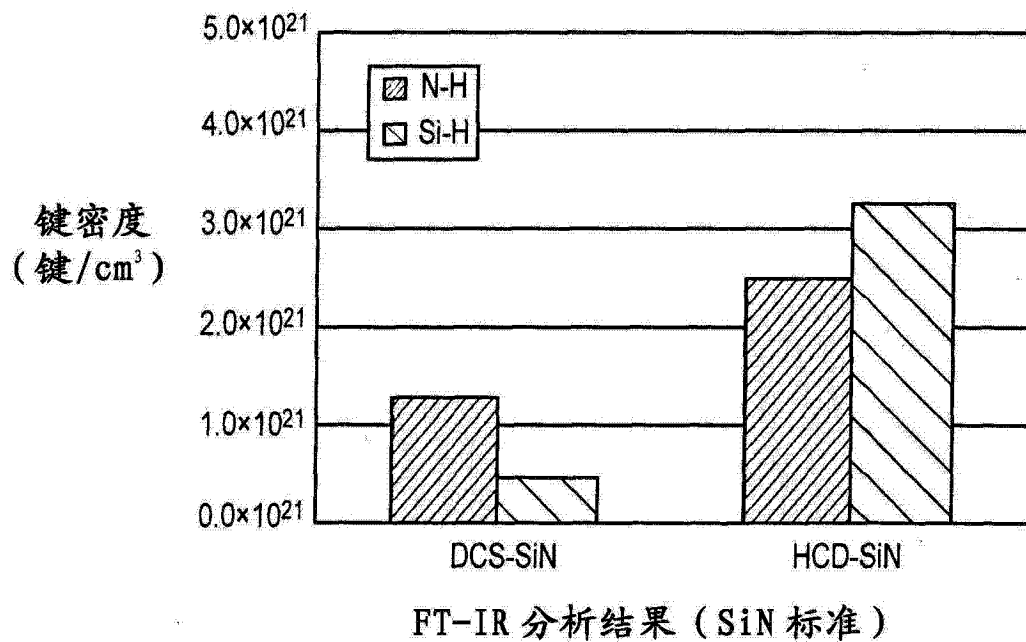


图 5

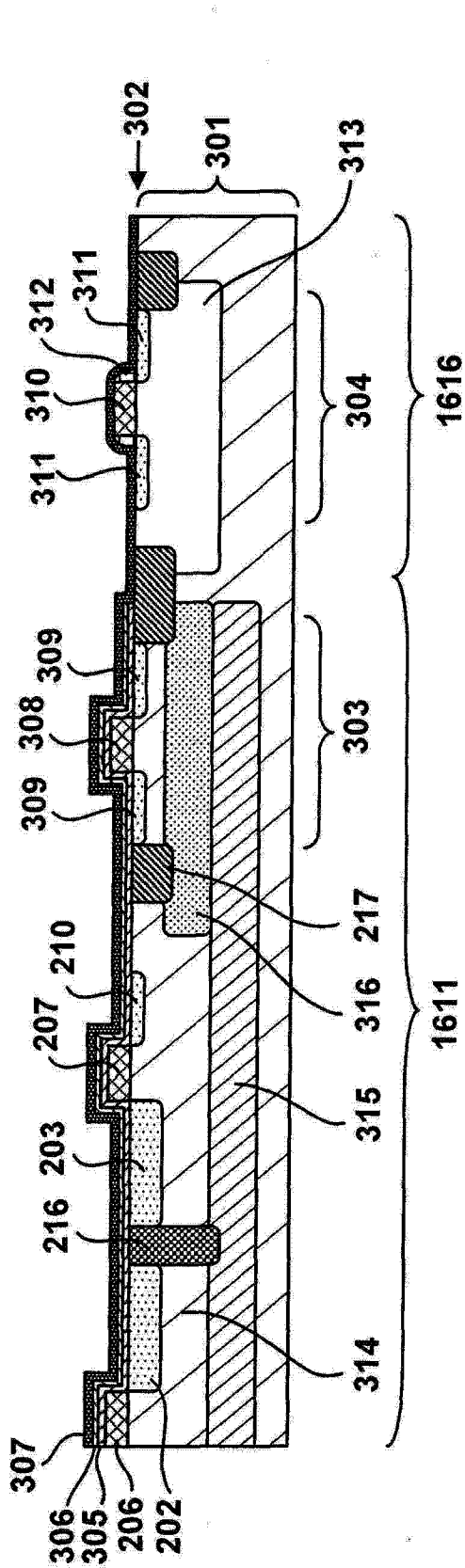


图 6A

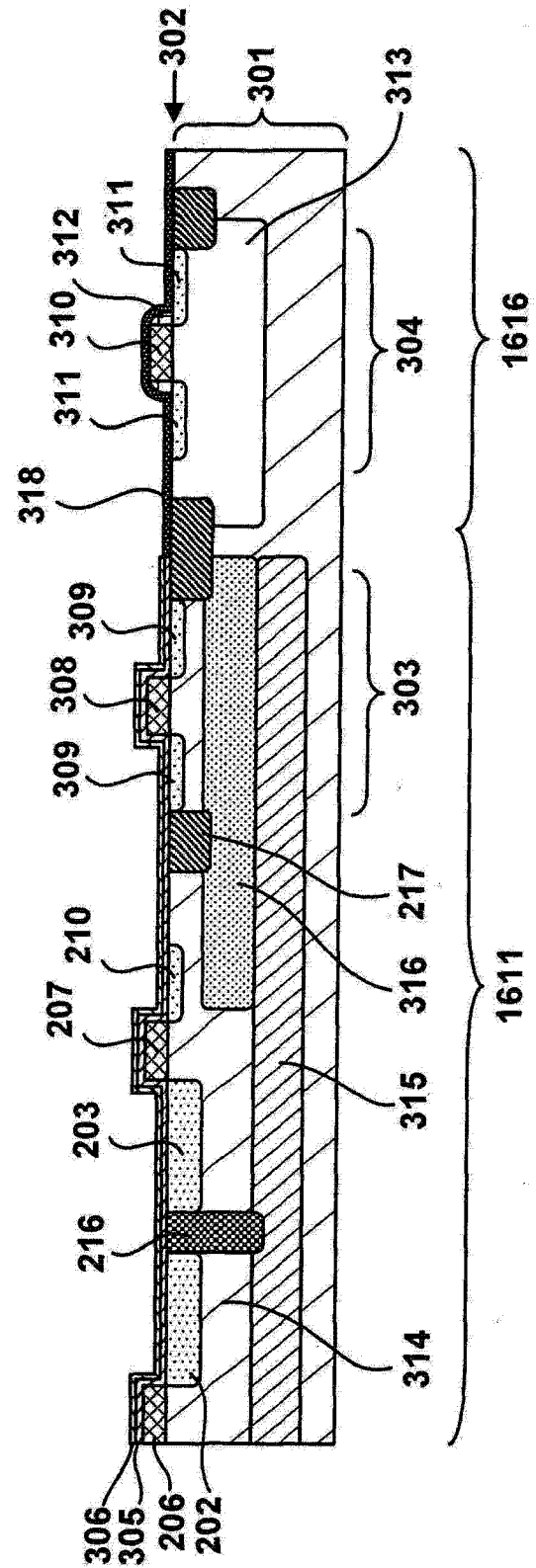


图 6B

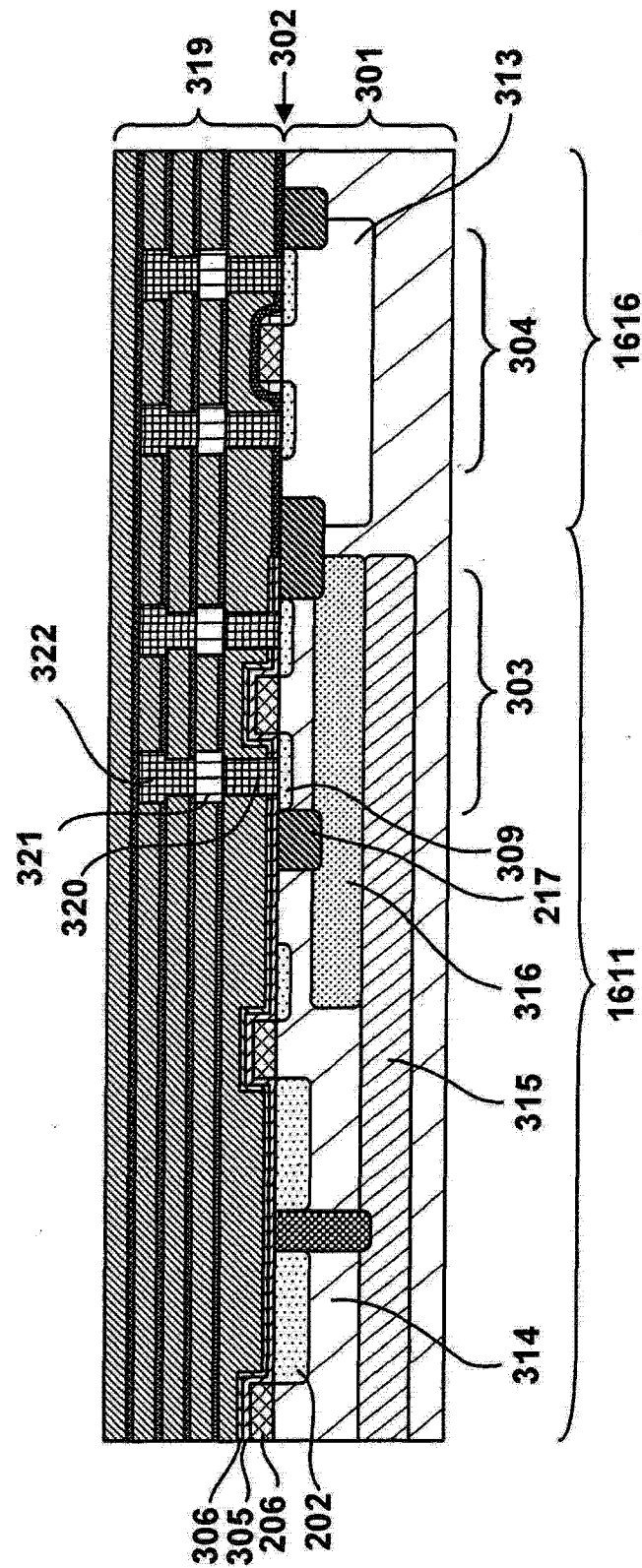


图 6C

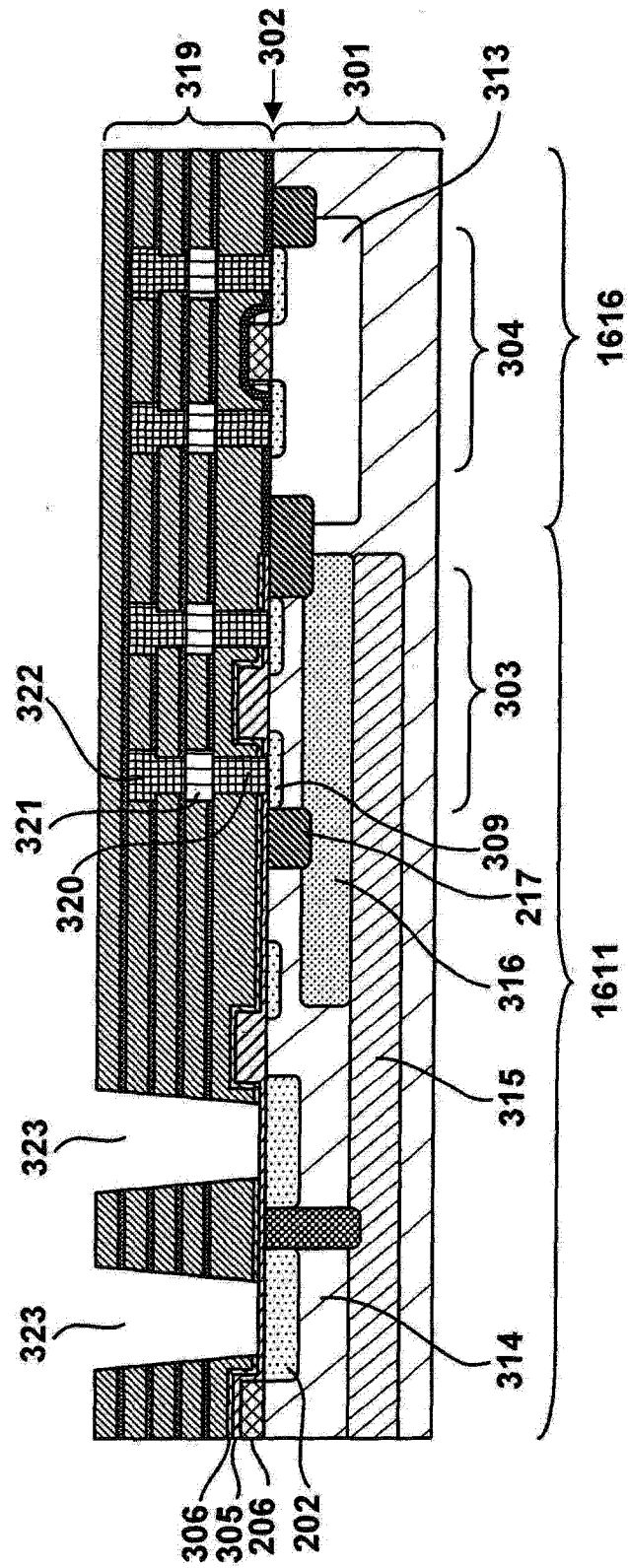


图 7A

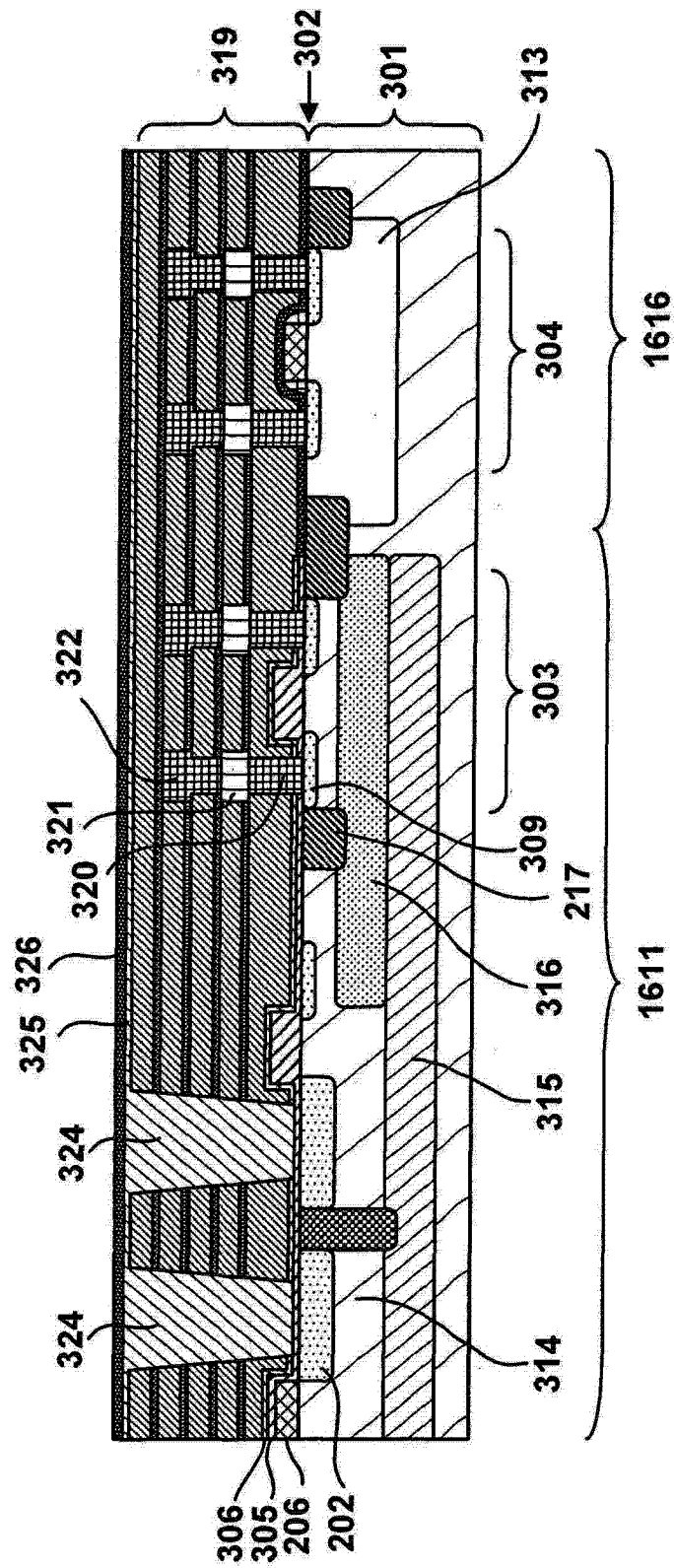


图 7B

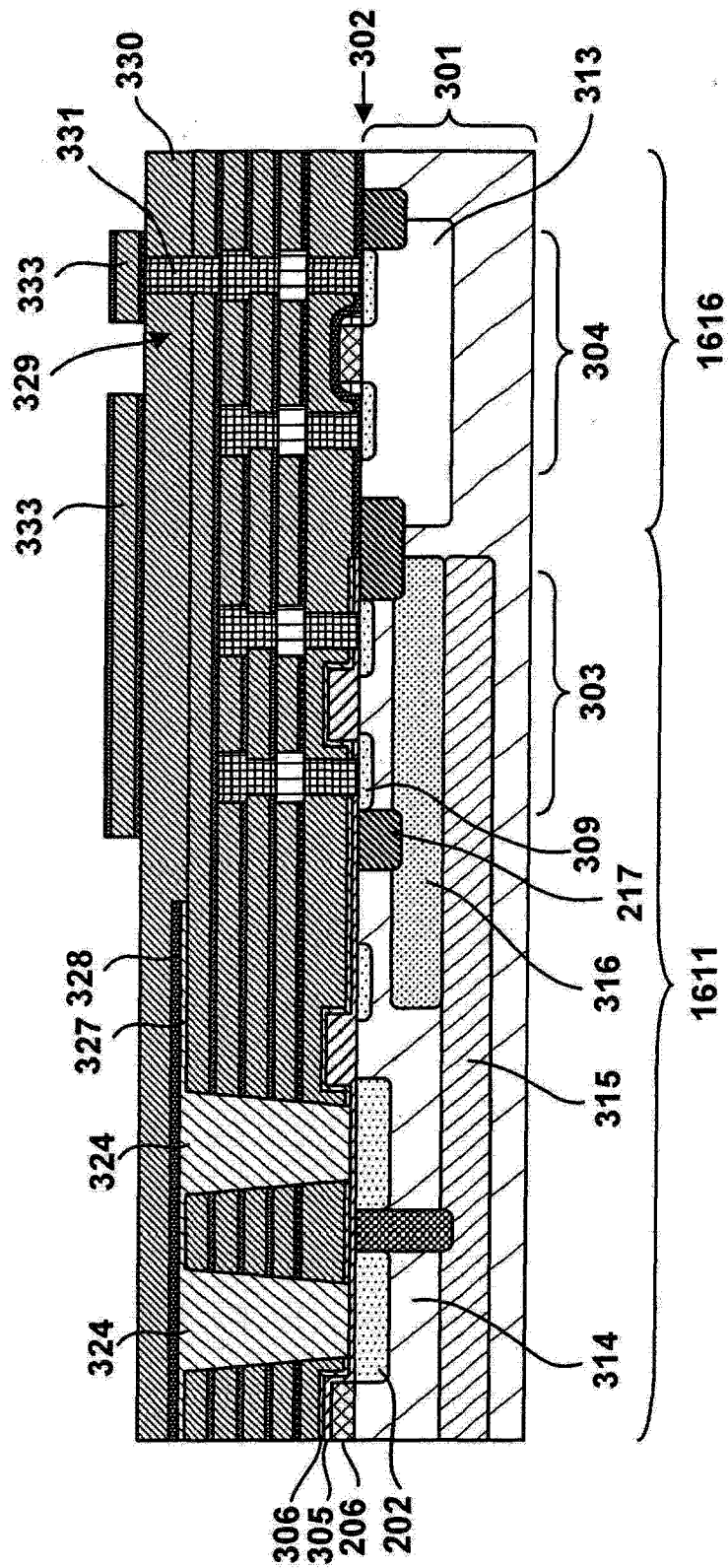


图 7C

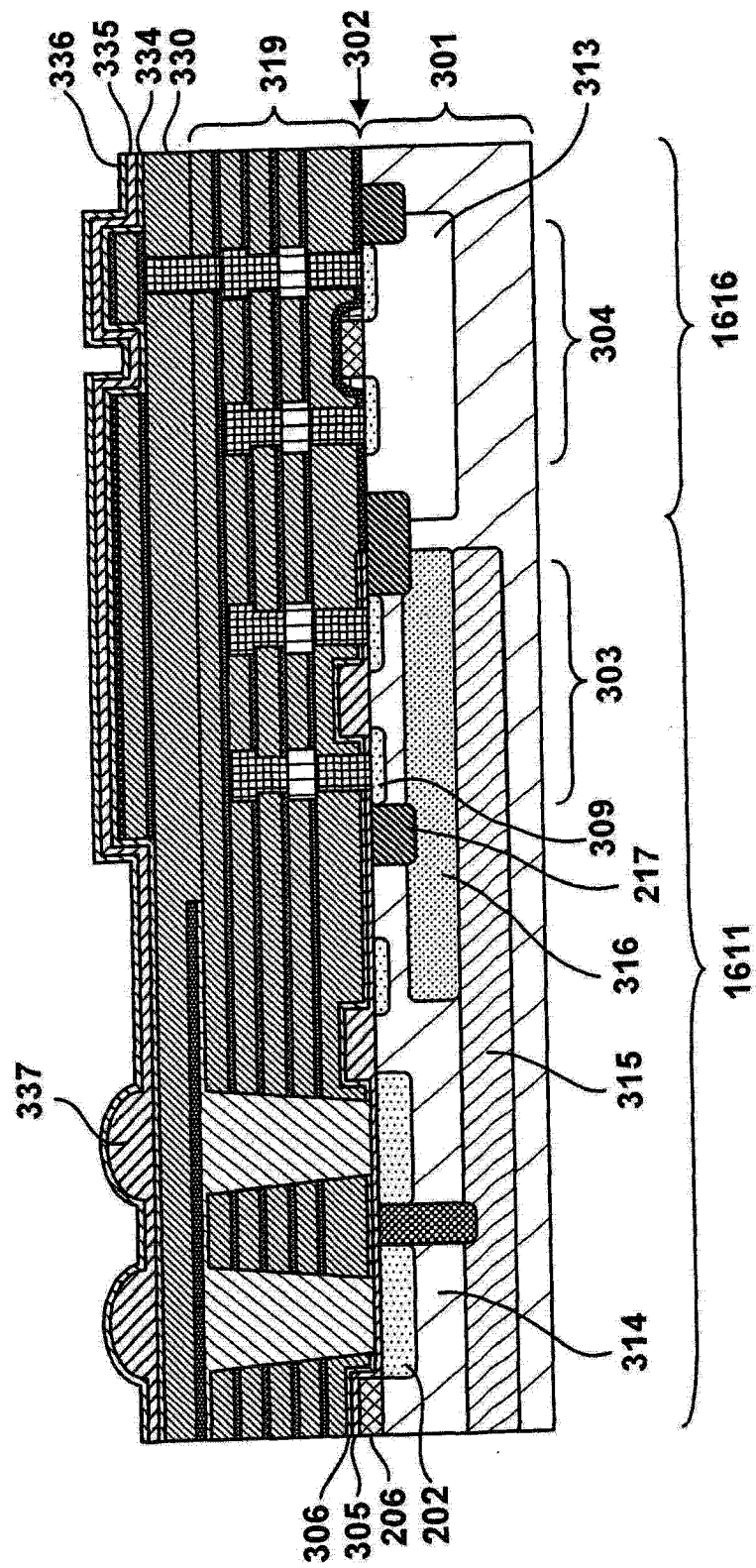


图 8A

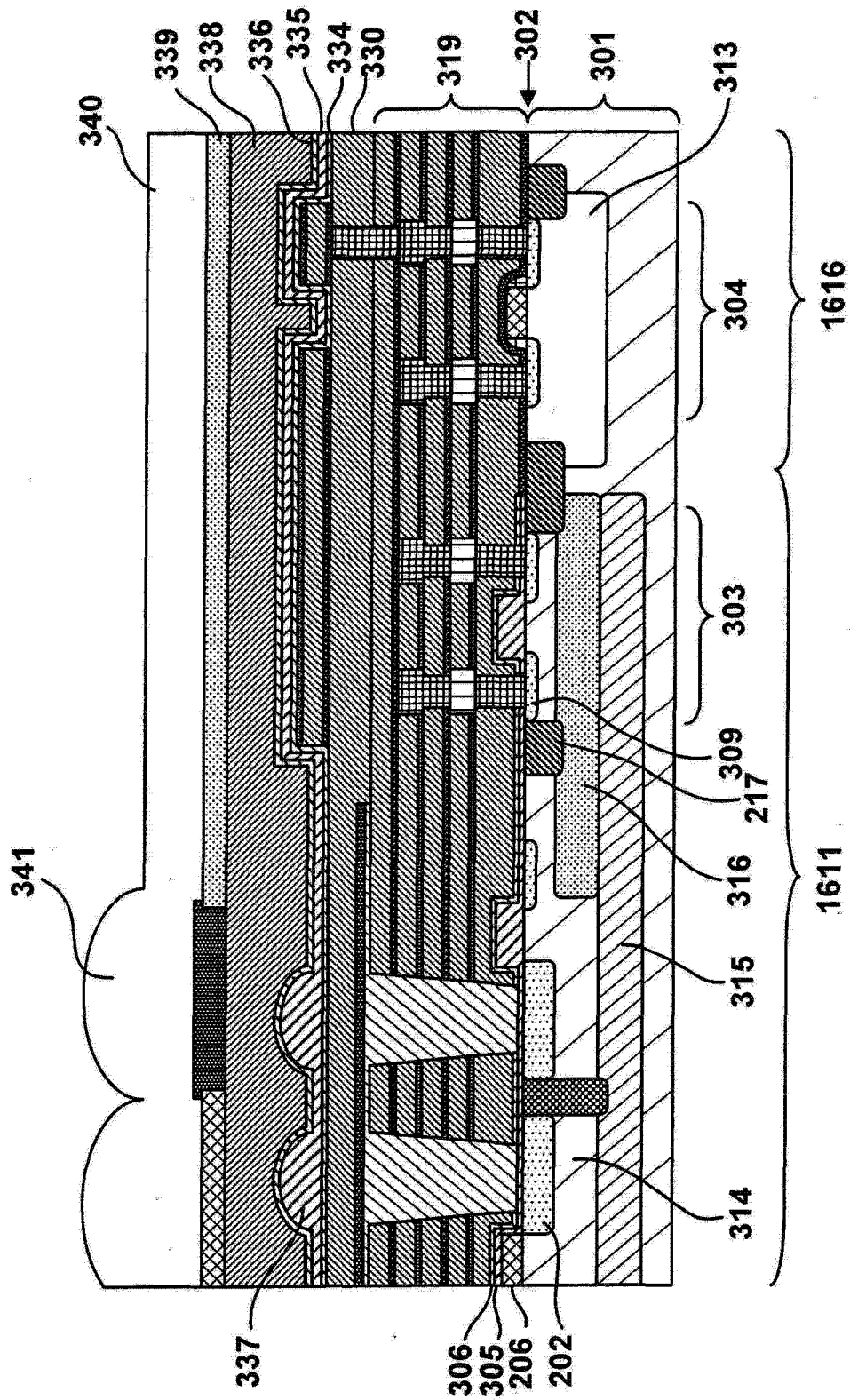


图 8B