



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102637707 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201210027912. 9

CN 101034709 A, 2007. 09. 12,

(22) 申请日 2012. 02. 09

CN 101145560 A, 2008. 03. 19,

(30) 优先权数据

JP 2008235689 A, 2008. 10. 02,

2011-026348 2011. 02. 09 JP

审查员 赵伟

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 近藤隆治 碓井崇

(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 李颖

(51) Int. Cl.

H01L 27/146(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101924136 A, 2010. 12. 22,

CN 1501487 A, 2004. 06. 02,

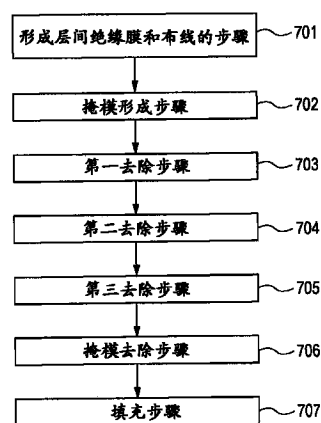
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

半导体装置的制造方法和固态图像拾取装置
的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体装置的制造方法和固态图像拾取装置的制造方法。所述半导体装置的制造方法包括：在半导体基板之上形成用于在多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模的步骤，其中在所述半导体基板上依次层叠变为第一绝缘膜的部件、与变为第一绝缘膜的部件不同的变为第二绝缘膜的部件、变为第三绝缘膜的部件、以及与变为第三绝缘膜的部件不同的变为第四绝缘膜的部件；第一步骤，在与所述掩模的开口对应的部分处连续地去除变为第四绝缘膜的部件和变为第三绝缘膜的部件；以及第二步骤，在第一步骤之后，在与所述掩模的开口对应的部分处去除变为第二绝缘膜的部件。



1. 一种具有半导体基板和多个绝缘膜的半导体装置的制造方法,所述多个绝缘膜包括设置在半导体基板上的第一绝缘膜、设置在第一绝缘膜上的第二绝缘膜、设置在第二绝缘膜上的第三绝缘膜、以及设置在第三绝缘膜上的第四绝缘膜并且具有开口,所述开口至少在第二绝缘膜、第三绝缘膜和第四绝缘膜之间连通,所述方法包括:

在所述半导体基板之上形成用于在所述多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模,其中在所述半导体基板上依次层叠要被形成第一绝缘膜的部件、由与要被形成第一绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成第二绝缘膜的部件、要被形成第三绝缘膜的部件、以及由与要被形成第三绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成第四绝缘膜的部件;

通过在要被形成第四绝缘膜的部件和要被形成第三绝缘膜的部件均被蚀刻的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成第四绝缘膜的部件和要被形成第三绝缘膜的部件,连续去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第四绝缘膜的部件和在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第三绝缘膜的部件;以及

在所述连续去除之后,通过在要被形成第二绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成第一绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成第二绝缘膜的部件,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第二绝缘膜的部件。

2. 根据权利要求1的半导体装置的制造方法,其中,
第三绝缘膜由与第一绝缘膜的材料相同的材料制成;以及
第四绝缘膜由与第二绝缘膜的材料相同的材料制成。

3. 根据权利要求1的半导体装置的制造方法,其中,
第一绝缘膜由硅氧化物制成;以及
第二绝缘膜由硅氮化物制成。

4. 根据权利要求1的半导体装置的制造方法,所述方法进一步包括:
通过使用所述掩模的蚀刻,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第一绝缘膜的部件。

5. 根据权利要求1的半导体装置的制造方法,所述方法进一步包括:
在半导体基板中形成多个光电转换部;以及
在形成多个绝缘膜之前,以一个绝缘膜与一个光电转换部对应的方式形成多个绝缘膜。

6. 根据权利要求1的半导体装置的制造方法,所述方法进一步包括:形成布线层,其中,

所述布线层至少包含第一布线层和第二布线层;
第二绝缘膜被形成与第一布线层的上表面接触;以及
第四绝缘膜被形成与第二布线层的上表面接触。

7. 根据权利要求6的半导体装置的制造方法,其中,
通过镶嵌工艺形成第一布线层和第二布线层;以及
第二绝缘膜和第四绝缘膜用作在镶嵌工艺中形成槽时的蚀刻阻止膜。

8. 一种固态图像拾取装置的制造方法,所述固态图像拾取装置具有:具备多个光电转换部的半导体基板;多个绝缘膜,包括设置在半导体基板上的第一绝缘膜、设置在第一绝缘

膜上的第二绝缘膜、设置在第二绝缘膜上的第三绝缘膜、以及设置在第三绝缘膜上的第四绝缘膜,并具有各自至少在第二绝缘膜、第三绝缘膜和第四绝缘膜之间连通的开口;设置在开口中的每一个中以与多个光电转换部对应的高折射率部件;以及设置在高折射率部件和每一个光电转换部之间的绝缘膜,所述方法包括:

在半导体基板之上形成用于在所述多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模,其中在所述半导体基板上依次层叠要被形成成为设置在高折射率部件和光电转换部之间的绝缘膜的部件、要被形成成为第一绝缘膜的部件、由与要被形成成为第一绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第二绝缘膜的部件、要被形成成为第三绝缘膜的部件、以及由与要被形成成为第三绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第四绝缘膜的部件;

通过在要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件均被蚀刻的条件下、用掩模蚀刻要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成成为第四绝缘膜的部件和在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成成为第三绝缘膜的部件;

在要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件的所述去除之后,通过在要被形成成为第二绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成成为第一绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用掩模蚀刻要被形成成为第二绝缘膜的部件,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成成为第二绝缘膜的部件;以及

通过在要被形成成为第一绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成成为设置在高折射率部件和光电转换部之间的绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用掩模蚀刻要被形成成为第一绝缘膜的部件,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成成为第一绝缘膜的部件。

半导体装置的制造方法和固态图像拾取装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体装置的制造方法和固态图像拾取装置的制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,为了增加进入光电转换部(unit)的光的量,提出了具有波导的固态图像拾取装置。

[0003] 日本专利公开 No. 2003-324189 公开了具有交替地布置于光电转换部上的两种类型的绝缘膜以提供波导结构的固态图像拾取装置的配置。通过借助于去除在与光电检测器对应的部分处的所述两种类型的绝缘膜而形成开口并用折射率比绝缘膜的折射率高的材料的钝化膜填充该开口,形成所述波导。

发明内容

[0004] 本发明提供可精确地形成开口的半导体装置制造方法。

[0005] 根据本发明的半导体装置的制造方法是一种具有半导体基板和多个绝缘膜的半导体装置的制造方法,所述多个绝缘膜包括设置在半导体基板上的第一绝缘膜、设置在第一绝缘膜上的第二绝缘膜、设置在第二绝缘膜上的第三绝缘膜、以及设置在第三绝缘膜上的第四绝缘膜并且具有开口,所述开口至少在第二绝缘膜、第三绝缘膜和第四绝缘膜之间连通。该方法包括:在所述半导体基板之上形成用于在所述多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模的步骤,其中在所述半导体基板上依次层叠要被形成第一绝缘膜的部件、由与要被形成第一绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成第二绝缘膜的部件、要被形成第三绝缘膜的部件、以及由与要被形成第三绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成第四绝缘膜的部件;通过在要被形成第四绝缘膜的部件和要被形成第三绝缘膜的部件均被蚀刻的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成第四绝缘膜的部件和要被形成第三绝缘膜的部件,连续地去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第四绝缘膜的部件和在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第三绝缘膜的部件的第一步骤;以及在第一步骤之后,通过在要被形成第二绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成第一绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成第二绝缘膜的部件,去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成第二绝缘膜的部件的第二步骤。

[0006] 本发明提供一种固态图像拾取装置的制造方法,该固态图像拾取装置具有:具备多个光电转换部的半导体基板;多个绝缘膜,包含设置在半导体基板上的第一绝缘膜、设置在第一绝缘膜上的第二绝缘膜、设置在第二绝缘膜上的第三绝缘膜、以及设置在第三绝缘膜上的第四绝缘膜,并具有各自至少在第二绝缘膜、第三绝缘膜和第四绝缘膜之间连通的开口;设置在开口中的每一个中以与多个光电转换部对应的高折射率部件;以及设置在高折射率部件和光电转换部之间的绝缘膜。该方法包括:在所述半导体基板之上形成用于在所述多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模的步骤,在所述半导体基板上依次层叠要被

形成为设置在高折射率部件和光电转换部之间的绝缘膜的部件、要被形成为第一绝缘膜的部件、由与要被形成为第一绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成为第二绝缘膜的部件、要被形成为第三绝缘膜的部件、以及由与要被形成为第三绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成为第四绝缘膜的部件；通过在要被形成为第四绝缘膜的部件和要被形成为第三绝缘膜的部件均被蚀刻的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成为第四绝缘膜的部件和要被形成为第三绝缘膜的部件，去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成为第四绝缘膜的部件和在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成为第三绝缘膜的部件的第一步骤；在第一步骤之后，通过在要被形成为第二绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成为第一绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成为第二绝缘膜的部件，去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成为第二绝缘膜的部件的第二步骤；以及通过在要被形成为第一绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成为设置在高折射率部件和光电转换部之间的绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下、用所述掩模蚀刻要被形成为第一绝缘膜的部件，去除在与所述掩模的开口对应的部分处的要被形成为第一绝缘膜的部件的第三步骤。

[0007] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

- [0008] 图 1 是例子 1 的固态图像拾取装置的像素单元的电路图。
- [0009] 图 2 是例子 1 的固态图像拾取装置的像素单元的平面布局的示意图。
- [0010] 图 3A ~ 3C 是表示例子 1 的固态图像拾取装置的制造方法的示意图。
- [0011] 图 4A ~ 4C 是表示例子 1 的固态图像拾取装置的制造方法的示意图。
- [0012] 图 5A 和图 5B 是表示例子 1 的固态图像拾取装置的制造方法的示意图。
- [0013] 图 6A ~ 6D 是表示例子 1 的固态图像拾取装置的制造方法的细节的示意图。
- [0014] 图 7 是例子 1 的固态图像拾取装置的制造方法的流程图。
- [0015] 图 8 是描述例子 1 的曲线图。
- [0016] 图 9A ~ 9D 是表示例子 2 的固态图像拾取装置的制造方法的细节的示意图。
- [0017] 图 10A ~ 10D 是表示例子 3 的固态图像拾取装置的制造方法的细节的示意图。
- [0018] 图 11A ~ 11D 是表示例子 4 的固态图像拾取装置的制造方法的细节的示意图。
- [0019] 图 12 是示出固态图像拾取装置和图像拾取系统的框图。
- [0020] 图 13 是表示例子 1 的固态图像拾取装置的变更例的断面图。

具体实施方式

[0021] 本发明的发明人发现，在通过蚀刻而去除其中交替地层叠了两种或更多种类型的绝缘膜的区域的情况下，得到的开口的侧壁趋于具有凹凸 (irregularity)，并且，用于在晶片中形成多个开口的蚀刻导致蚀刻量的变化。因开口的侧壁上的凹凸或蚀刻量的变化而导致的开口形状的变化对于作为波导收集光而言导致芯片或像素中的颜色阴影 (color shading) 或光强度的变化。将参照附图描述可精确地形成开口的半导体装置制造方法。

[0022] 本发明涉及具有半导体基板和半导体基板上的多个绝缘膜的半导体装置的制造方法。多个绝缘膜包含设置在半导体基板上的第一绝缘膜、设置在第一绝缘膜上的第二绝

缘膜、设置在第二绝缘膜上的第三绝缘膜、以及设置在第三绝缘膜上的第四绝缘膜。此外，多个绝缘膜具有在至少在第二绝缘膜、第三绝缘膜和第四绝缘膜之间连通的开口。半导体装置的制造方法包括形成掩模的步骤、第一步骤和第二步骤。在形成掩模的步骤中，在半导体基板上层叠要被形成成为第一绝缘膜的部件、由与要被形成成为第一绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第二绝缘膜的部件、由与要被形成成为第二绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第三绝缘膜的部件、以及由与要被形成成为第三绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第四绝缘膜的部件；并且，在具备所述绝缘膜的半导体基板之上形成用于在多个绝缘膜中形成开口的具有开口的掩模。在第一步骤中，在要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件均被蚀刻的条件下，使用掩模蚀刻要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件。在第一步骤中，在与掩模的开口对应的部分处连续地去除要被形成成为第四绝缘膜的部件和要被形成成为第三绝缘膜的部件。在第二步骤中，在第一步骤之后，在要被形成成为第二绝缘膜的部件的蚀刻速度比要被形成成为第一绝缘膜的部件的蚀刻速度高的条件下，使用掩模蚀刻要被形成成为第二绝缘膜的部件。在第二步骤中，在与掩模的开口对应的部分处去除要被形成成为第二绝缘膜的部件。

[0023] 根据这样的方法，可以精确地形成开口（孔径或凹部）。特别地，在形成具有大的纵横比（aspect ratio）的开口的情况下，能够抑制由于在晶片中的开口中的任一个中残留应被去除的膜而导致的或由于去除了不应被去除的膜而导致的变化。在第二步骤中，第一绝缘膜可吸收因蚀刻而导致的损害以吸收变化，从而导致得到的半导体装置或固态图像拾取装置的噪声减少。

[0024] 以下，术语“开口”指的是开口贯通层间绝缘膜的情况和开口不贯通层间绝缘膜（凹部）的情况并且被称为孔。在以下的例子中，作为具有开口的配置，描述具有波导的配置，但是，开口适用于诸如通孔（through-hole）电极的任何配置。本发明可被应用于一般的半导体装置，但是，在以下的例子中，在对于固态图像拾取装置的应用的例子中描述本发明。顺便说一句，蚀刻选择比率为第一部件的蚀刻速度与第二部件的蚀刻速度的比率。较高的比率表示只有第一部件被蚀刻，较低的比率表示第二部件一起被蚀刻。硅氧化物（silicon oxide）的折射率为约 1.4 ~ 1.5，硅氮化物（silicon nitride）的折射率为约 1.8 ~ 2.3，并且，氮氧化硅（silicon oxynitride）的折射率处于两者之间的水平。在该配置的制造方法中，在以下的描述中省略可通过已知的半导体制造方法执行的处理的详细描述。将参照附图详细描述该方法。

[0025] 例子 1

[0026] 在例子 1 中，将描述作为半导体装置的例子的固态图像拾取装置的制造方法。参照图 1、图 2、图 3A ~ 3C、图 4A ~ 4C、图 5A、图 5B 和图 12 描述固态图像拾取装置的制造方法。首先，将参照图 1、图 2 和图 12 描述例子 1 的固态图像拾取装置。

[0027] 图 1 是例子 1 的固态图像拾取装置的像素单元的电路图。图 1 所示的像素单元 100 包含四个光电二极管（以下，称为 PD）101 ~ 104、四个传送晶体管 105 ~ 108、一个复位晶体管 110 和一个放大器晶体管 112。像素单元 100 还包含浮置扩散节点（以下，称为 FD 节点）109。这里，将描述信号电荷是电子并且晶体管是 N 型的情况。

[0028] 四个 PD 101 ~ 104 的阳极接地。PD 101 ~ 104 将入射光光电地转换成与该光的

量相关的电荷并且存储电荷。四个传送晶体管 105 ~ 108 将通过对应的 PD 101 ~ 104 产生的信号电荷传送到 FD 节点 109。具体地,第一 PD 101 与第一传送晶体管 105 的源极连接,第二 PD 102 与第二传送晶体管 106 的源极连接,第三 PD 103 与第三传送晶体管 107 的源极连接,第四 PD 104 与第四传送晶体管 108 的源极连接。第一到第四传送晶体管 105 ~ 108 的漏极联合 (united) 以配置 FD 节点 109。放大器晶体管 112 通过其栅电极与 FD 节点 109 连接,通过其漏极与电源线 111 连接,并且通过其源极与输出信号线 113 连接,使得基于 FD 节点 109 的电势的信号被输出到输出信号线 113。复位晶体管 110 与 FD 节点 109 连接以将 FD 节点 109 的电势复位到任意的电势。作为替代方案,也可通过导通传送晶体管 105 ~ 108 而将 PD 101 ~ 104 复位。电源线 111 具有至少两个电势,并且,通过将 FD 节点 109 设定为两个电势电平,信号可被输出到输出信号线 113。端子 114 与以下描述的读出电路连接。

[0029] 如果包含至少一个光电转换部的重复部被定义为像素,则图 1 中的像素单元 100 包含四个像素。像素单元 100 的配置不限于四个 PD 的情况,并且可包含选择晶体管、电容器或其它部件。光电转换部不限于这里例示的光电二极管,而是可以为例如光电管 (photogate)。

[0030] 图 12 是示意性地示出固态图像拾取装置和图像拾取系统的配置的示意图。在图 12 中,固态图像拾取装置 1201 包含像素部分 1211、垂直扫描电路 1212、两个读出电路 1213、两个水平扫描电路 1214 和两个输出放大器 1215。像素部分 1211 以外的区域被统称为周边电路部分 1216。

[0031] 在图 12 中,像素部分 1211 由图 1 所示的二维地布置的像素单元配置。即,在像素部分 1211 中设置多个像素。每个像素单元由多个像素配置。读出电路 1213 包含列放大器、CDS 电路、加法器电路和其它的部件,并且执行对于例如通过垂直信号线从由垂直扫描电路 1212 选择的线的像素读出的信号的放大或相加。对于各像素阵列或者对于多个像素阵列设置列放大器、CDS 电路、加法器电路和其它的部件。水平扫描电路 1214 产生用于依次读出读出电路 1213 的信号。输出放大器 1215 放大由水平扫描电路 1214 选择的阵列的信号,并且输出它。上述的配置仅是固态图像拾取装置的配置的例子,并且,实施例不限于此。例如,尽管读出电路 1213、水平扫描电路 1214 和输出放大器 1215 被设置在像素部分 1211 的两侧以配置两个输出路径,但是,可以设置三个或更多个输出路径。

[0032] 下面参照图 2 描述与图 1 对应的平面布局。在图 2 中,布置第一到第四 PD 201 ~ 204。这里,为了简化,示出各 PD 的一部分,即电荷累积区域 (N 型半导体区域) 的部分。第一到第四传送晶体管的栅电极 205 ~ 208 被设置为分别与第一到第四 PD 201 ~ 204 对应。第一浮置扩散区域 209 (以下,称为第一 FD 区域) 是第一传送晶体管的漏极和第二传送晶体管的漏极的共同区域。第二浮置扩散区域 210 (以下,称为第二 FD 区域) 是第三传送晶体管的漏极和第四传送晶体管的漏极的共同区域。第一 FD 区域 209、第二 FD 区域 210 和放大器晶体管的栅电极 212 与连接布线 213 连接。放大器晶体管的栅电极 212 和连接布线 213 被一体化。第一 FD 区域 209 和连接布线 213 与共享触头 (contact) 214 连接,并且,第二 FD 区域 210 与连接布线 213 与共享触头 215 连接。共享触头是在没有布线层介入的情况下在半导体区域之间、在半导体区域和栅电极之间、或者在栅电极之间连接的触头。在图 2 中,第二 FD 区域 210 是与复位晶体管的源极或漏极的共同区域。附图标记 211 表示复位晶体管的栅电极。

[0033] 这里,在图 2 中,PD 和用作晶体管的源极 / 漏极及沟道的区域是活性区域,并且,活性区域以外的区域是元件隔离区域 217。在作为活性区域的 PD 之间以及在传送晶体管的栅电极之间,作为半导体区域设置对于信号电荷的势垒 216。势垒 216 用作抑制相邻的 PD 之间的信号电荷的交互来往 (intercommunication) 的元件隔离区域。

[0034] 参照作为示出该方法的处理的断面图并且沿图 2 的线 III/IV/V-III/IV/V 切取的图 3A ~ 3C、图 4A ~ 4C、图 5A 和图 5B,描述这种固态图像拾取装置的制造方法。具体地,图 3A ~ 3C、图 4A ~ 4C、图 5A 和图 5B 表示沿图 2 的线 III/IV/V-III/IV/V 切取的像素单元的第二和第三 PD 的断面图、像素单元的晶体管 303 和周边电路部分的晶体管 304。与以上的描述中的配置相同的配置由相同的附图标记表示,并且,其描述被省略。可通过一般的半导体技术形成的配置的详细描述也被省略。

[0035] 现在将参照图 3A 描述制备具备元件的半导体基板的步骤。半导体基板 301 由硅制成,并且具有主表面 302。半导体基板 301 具备两个 PD 的电荷累积区域 202 和 203、像素单元的晶体管 303、以及周边电路部分的晶体管 304。在图 3A 中,像素部分的晶体管 303 包含 N 型源极 / 漏极区域 309 和栅电极 308,并且, N 型半导体区域 314 被设置在电荷累积区域 202 和 203 下方。N 型半导体区域 314 具有比电荷累积区域的杂质浓度低的杂质浓度,并且与电荷累积区域一起配置光电转换部的一部分。用作光电转换部的一部分的 P 型半导体区域 315 被设置在 N 型半导体区域 314 下方,并且, P 型半导体区域 316 被设置在晶体管 303 的源极 / 漏极区域 309 和第二 FD 区域 210 下方。周边电路部分的晶体管 304 包含 CMOS 电路,但是,在本实施例中,只示出 N 型晶体管。周边电路部分的晶体管 304 包含设置在 P 型半导体区域 313 中的 N 型源极 / 漏极区域 311 和在源极和漏极区域之间设置在半导体基板的主表面 302 上的栅电极 310。由此,制备具有这样的元件的半导体基板 301。

[0036] 图 3A 表示在元件上形成绝缘膜的步骤。在像素部分 1211 中,从主表面 302 侧依次层叠由硅氧化物制成的绝缘膜 (未示出)、由硅氮化物制成的绝缘膜 305 和由硅氧化物制成的绝缘膜 306。可通过化学气相沉积 (CVD) 形成这些膜。

[0037] 在晶体管 304 中,侧面隔板 312 被设置在栅电极 310 的侧壁上,并且,源极 / 漏极区域 311 具有 LDD 结构 (未示出)。侧面隔板 312 是硅氧化物、硅氮化物和硅氧化物的膜的叠层。可通过等离子体 CVD 形成这些膜。可通过与在像素部分 1211 中形成的绝缘膜 (未示出)、绝缘膜 305 和绝缘膜 306 相同的膜,形成用于形成侧面隔板 312 的膜。

[0038] 在图 3A 中,通过例如低压等离子体 CVD (LP-CVD) 在像素部分 1211 和周边电路部分 1216 之上沉积硅氮化物的绝缘膜 307。这里,在形成绝缘膜 307 之前,为了不在周边电路部分的晶体管 304 的源极 / 漏极区域 311 中露出半导体基板的主表面 302,可通过等离子体 CVD 在像素部分 1211 和周边电路部分 1216 之上沉积硅氧化物膜 (未示出)。

[0039] 如图 3B 所示,在像素部分 1211 和周边电路部分 1216 之上形成的绝缘膜 307 通过已知的光刻法和蚀刻技术被构图成希望的形状,以形成绝缘膜 317 和 318。这里,绝缘膜 317 被设置为从电荷累积区域 202 或 203 即光电转换部之上延伸到传送晶体管的栅电极的一部分之上。一个绝缘膜 307 被设置为与一个光电转换部对应。通过在像素部分 1211 的除了用于绝缘膜 317 的区域以外的区域中蚀刻,去除图 3A 所示的绝缘膜 307。在周边电路部分 1216 中,图 3A 所示的绝缘膜 307 不被蚀刻并且用作绝缘膜 318。

[0040] 随后,如图 3C 所示,在图 3B 所示的配置上形成多个层间绝缘膜 319、多个触头

320、包含多个布线的的第一布线层 321、以及具有通路 (via) 和多个布线的第二布线层 322。在层间绝缘膜 319 中,交替地层叠由硅氧化物制成的绝缘膜 (部件) 和由硅氮化物制成的绝缘膜 (部件)。由硅氧化物制成的绝缘膜通过等离子体 CVD 形成以分别具有约 120 ~ 1000nm 的厚度。由硅氮化物制成的绝缘膜通过等离子体 CVD 形成以分别具有约 10 ~ 200nm 的厚度。因此,层间绝缘膜 319 主要由硅氧化物制成。由硅氮化物制成的绝缘膜在形成布线层或通路时用作蚀刻阻止膜,或者用作针对配置布线层的金属的阻挡膜。层间绝缘膜 319 在后面用作波导的覆层。

[0041] 触头 320 的主要成分为钨,并且,与通路一体化地形成的第一布线层 321 和第二布线层 322 的主要成分为铜。第一布线层 321 具有通过单镶嵌工艺 (damascene) 形成的结构,并且,第二布线层 322 具有通过双镶嵌工艺形成的、作为其中通路和布线层联合为一体的电导体的结构。触头、通路和布线层分别包含阻挡金属 (barrier metal)。第一和第二布线层由主要成分为铜的金属制成。可通过已知的方法形成这些部件,并且,省略这些方法的描述。作为镶嵌工艺的替代,可通过构图 (patterning) 形成第一和第二布线层。

[0042] 这里,在图 3C 中,在由硅氧化物制成的多个绝缘膜中,被设置为与第一或第二布线层的上表面接触的绝缘膜用作针对所述金属 (即,铜) 的阻挡膜。被设置在第一或第二布线层的底侧的绝缘膜用作当通过镶嵌工艺形成第一和第二布线层时的蚀刻阻止膜。用作蚀刻阻止膜的绝缘膜具有比用作阻挡膜的绝缘膜的厚度小的厚度。镶嵌工艺包含在绝缘膜中形成用于布线的槽 (groove) 或用于布线和通路的槽的步骤。在用于形成该槽的蚀刻中,蚀刻阻止膜对于控制槽的形状是有效的。因此,用作蚀刻阻止膜的绝缘膜被设置在第一和第二布线层的底侧。所设置的蚀刻阻止膜在槽被形成时被去除,并因此被设置为使得蚀刻阻止膜的下表面与第一或第二布线层的下表面一致 (correspondent),或者位于第一或第二布线层的下表面之上。作为替代方案,可以获得具备图 3A ~ 3C 中描述的配置的晶片,并且可进行以下的形成开口的步骤。

[0043] 随后,开口 323 在图 3C 所示的层间绝缘膜 319 中被形成以形成图 4A 所示的层间绝缘膜 3191。在层间绝缘膜 319 上形成在与光电转换部对应的位置处具有开口的光刻胶图案 (未示出),并且,使用该图案作为掩模进行蚀刻。通过诸如等离子体蚀刻的各向异性蚀刻执行蚀刻,直到露出绝缘膜 317。这里,绝缘膜 317 减少在蚀刻期间对于光电转换部的等离子体损害,并且也用作蚀刻阻止膜。此外,绝缘膜 317 与设置在绝缘膜 317 和半导体基板的主表面 302 之间的硅氧化物的绝缘膜 (未示出)、绝缘膜 305、以及绝缘膜 306 一起用作对于应进入半导体基板的光的抗反射 (antireflective) 膜。

[0044] 随后,图 4A 所示的开口 323 被折射率比用作覆层的层间绝缘膜 3191 的折射率高的透明材料填充,以形成波导的芯部。这里,开口 323 被折射率比作为配置层间绝缘膜 3191 的主要材料的硅氧化物的折射率高的硅氮化物填充。具体地,硅氮化物通过高密度等离子体 CVD 被沉积以填充整个开口 323。例如,通过化学机械抛光 (CMP) 或等离子体蚀刻去除沉积于不必要的位置,例如除了开口 323 以外的位置处的层间绝缘膜 3191 上的不必要的位置上的硅氮化物。硅氮化物的表面被平坦化以在开口 323 中形成高折射率部件 324。波导由层间绝缘膜 3191 和高折射率部件 324 配置。这里,在本实施例中,通过 CMP 执行不必要的硅氮化物的去除和表面的平坦化。在这种情况下,为了抑制对于布线层的损害,层间绝缘膜 3191 上的硅氮化物不被完全去除,并且,在高折射率部件 324 和层间绝缘膜 3191 的上表面

上以硅氮化物形成具有约 100 ~ 500nm 的厚度的绝缘膜 325。此外,在绝缘膜 325 上形成氮氧化硅的绝缘膜 326。绝缘膜 326 通过等离子体 CVD 被形成,以具有约 50 ~ 150nm 的厚度。

[0045] 在形成图 4B 所示的配置之后,去除绝缘膜 325 和 326 的任意区域的至少一部分。具体地,在本实施例中,通过至少在以后形成通路的区域处蚀刻,去除周边电路部分 1216 的绝缘膜 325 和 326。通过例如等离子体蚀刻来执行该去除。作为结果,绝缘膜 325 和 326 分别被形成为具有开口 329 的绝缘膜 327 和 328。然后,用作绝缘膜 330 的绝缘膜被形成以填充开口 329 并覆盖绝缘膜 327 和绝缘膜 328。用作绝缘膜 330 的绝缘膜通过等离子体 CVD 由例如硅氧化物形成。随后,通路 331 被形成为贯穿用作绝缘膜 330 的绝缘膜和布置于第二布线层 322 之上的层间绝缘膜 319 的一部分。当形成通路 331 时,形成绝缘膜 330 和层间绝缘膜 332。通路 331 由例如钨制成,并且包含诸如钛或钛氮化物 (titanium nitride) 的阻挡金属。在通路 331 上形成第三布线层 333 以获得图 4C 所示的配置。第三布线层 333 由主要成分为例如铝的电导体制成,并且通过构图被形成。这里,第三布线层 333 还可用作遮光膜。

[0046] 随后,在图 4C 所示的配置中,依次形成用作绝缘膜 334 的绝缘膜和用作绝缘膜 335 的绝缘膜。这里,用作绝缘膜 334 的绝缘膜由氮氧化硅制成并且通过等离子体 CVD 被形成,并且用作绝缘膜 335 的绝缘膜由硅氮化物制成并且通过等离子体 CVD 被形成。在用作绝缘膜 335 的绝缘膜上形成透镜状光刻胶图案,并且,通过使用光刻胶图案作为掩模的蚀刻,图案的形状被转印到绝缘膜。然后,在透镜状绝缘膜上形成用作绝缘膜 336 的绝缘膜。通过在与外部电极焊盘对应的区域中去除三层的绝缘膜,获得由绝缘膜 334 ~ 336 构成的配置。作为结果,获得图 5A 所示的配置。这里,绝缘膜 335 是具有层内 (intralayer) 透镜 337 的透镜层,并且,绝缘膜 334 和绝缘膜 336 可作用于绝缘膜 335 的抗反射膜。

[0047] 在图 5A 所示的步骤之后,依次形成由树脂制成的平坦化层 338、包含与多种颜色对应的滤色器的滤色器层 339、以及包含微透镜 341 的微透镜层 340,以获得图 5B 所示的配置。

[0048] 如上所述,根据图 3A ~ 3C、图 4A ~ 4C、图 5A 和图 5B 所示的流程,可以形成固态图像拾取装置。注意,在图 3A ~ 3C、图 4A ~ 4C、图 5A 和图 5B 中,示出的是半导体基板 301 的主表面侧的一部分。

[0049] 在本实施例中,上述的固态图像拾取装置的制造方法的特征是图 4A 所示的通过去除层间绝缘膜 319 形成开口 (凹部) 的步骤。将参照图 6A ~ 6D、图 7 和图 8 详细描述该步骤。

[0050] 图 6A ~ 6D 是详细示出图 3C 和图 4A 所示的步骤的示意性断面图,并且以放大的形式表示与第二 PD 对应的部分。图 7 是表示与图 6A ~ 6D 对应的方法的流程图。由与其它附图中的附图标记相同的附图标记表示的配置的描述被省略。

[0051] 通过图 7 中的形成布线和层间绝缘膜的步骤 701 和掩模形成步骤 702,获得图 6A 所示的配置。在图 6A 中,层间绝缘膜 319 具有交替地层叠由不同材料制成的至少两种类型的绝缘膜的配置。具体而言,层间绝缘膜 319 具有这样的配置:其中至少依次层叠要被形成为第一绝缘膜的部件、由与第一绝缘膜的材料不同的材料制成的要被形成为第二绝缘膜的部件、由与要被形成为第二绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成为第三绝缘

膜的部件、以及由与第三绝缘膜的材料不同的材料制成的要被形成成为第四绝缘膜的部件。在图 6A 中,由硅氧化物制成的绝缘膜 601、603、605、607、609 以及由硅氮化物制成的绝缘膜 602、604、606、608 被交替地层叠以形成该配置。要被形成成为第一绝缘膜的部件是绝缘膜 601,要被形成成为第二绝缘膜的部件是绝缘膜 602,要被形成成为第三绝缘膜的部件是绝缘膜 603,要被形成成为第四绝缘膜的部件是绝缘膜 604。这里,布线层没有被示出,但是,绝缘膜 602 和绝缘膜 606 用作形成布线层时的蚀刻阻止膜。绝缘膜 608 和绝缘膜 604 用作针对用作布线层的电导体的金属的阻挡膜。在形成图 6A 所示的层间绝缘膜 319 之后,在最上层,即绝缘膜 609 上形成具有与光电转换部的位置对应的开口 611 的掩模 610。掩模 610 由光刻胶制成,并且可通过光刻法被形成。

[0052] 随后,执行图 7 所示的第一去除步骤 703。在第一去除步骤 703 中,在由不同材料制成的多个绝缘膜之间的蚀刻选择比率小并且由不同材料制成的所述多个绝缘膜可被蚀刻的条件下,执行蚀刻。即,在以大致相同的蚀刻速度蚀刻所述多个绝缘膜的条件下执行蚀刻,以将所述绝缘膜一起去除。执行第一去除步骤 703 以在晶片的整个区域之上去除在与掩模的开口对应的区域处的用作第四绝缘膜和第三绝缘膜的部件,直到要被形成成为第二绝缘膜的部件被露出或者被部分去除。具体而言,如图 6B 所示,在相同的条件下,即,在由硅氧化物制成的绝缘膜和由硅氮化物制成的绝缘膜之间的蚀刻选择比率小的条件下,绝缘膜 603 ~ 609 被连续地蚀刻。这里,在绝缘膜 602 在晶片的整个区域之上的所有开口中被露出时,即,在蚀刻的进展最低的区域中的开口达到面 613 的深度时,蚀刻被终止或者被切换。可通过监视等离子体的发射强度以检测由于要被形成成为第三绝缘膜的部件的去除导致的发射强度的降低或者通过事先设定时间,设定用于终止蚀刻的该定时。由硅氧化物制成的绝缘膜和由硅氮化物制成的绝缘膜之间的选择比率小的条件为例如使用诸如 CHF_3 的含氢氟碳化合物 (fluorocarbon) 气体和诸如 C_4F_8 的氟碳化合物气体的气体混合物、氧、以及诸如氩 (argon) 的惰性气体的各向异性等离子体蚀刻。作为结果,绝缘膜 603 ~ 609 分别被形成成为具有开口的绝缘膜 6031 ~ 6091。即,在该步骤中,从用作第四绝缘膜的部件 604 至少形成具有开口的第四绝缘膜 6041,并且,从用作第三绝缘膜的部件 603 形成具有开口的第三绝缘膜 6031。第三绝缘膜 6031 的开口与第四绝缘膜 6041 的对应开口连通以配置开口 612。

[0053] 如果对于各绝缘膜的蚀刻条件改变,则用于形成开口的锥角 (taper angle) 由于蚀刻条件的不同而改变。这可能在开口的侧表面导致与相应的绝缘膜对应的凹凸。但是,由于可通过执行第一去除步骤实现恒定条件下的蚀刻,因此,与在改变对于各绝缘膜的蚀刻条件的同时执行蚀刻的情况相比,开口的侧表面可以是平滑的。另外,由于通过执行第一去除步骤而不需要改变对于蚀刻的条件,因此,与在改变对于各绝缘膜的蚀刻条件的同时执行蚀刻的情况相比,蚀刻所需的时间可减少。

[0054] 这里,将参照图 8 描述变化。在形成多个开口的情况下,也是开口 612 的底面的面 613 可能上面设置有开口的半导体基板的面内具有高度上的变化。图 8 是表示当执行用于去除作为层间绝缘膜的主要成分的硅氧化物的蚀刻时用作半导体基板的晶片的任何一维断面的面内变化的示意图。横轴表示到晶片的中心的距离,纵轴表示蚀刻之后的硅氧化物膜的厚度,假定晶片的中心处的厚度为 1。从图 8 可以清楚地看出,厚度在晶片的中心处表现出最大值并且向着晶片的边缘减小。即,存在全局 (global) 变化。因此,会在晶片

导致由于蚀刻引起的变化。图 8 所示的结果表明,在作为晶片的一部分的固态图像拾取装置的范围(尺寸)中,出现由于蚀刻导致的变化。如果以这种状态继续蚀刻,则设置在半导体基板上的元件受损。如果保持该变化,则可能出现光强度的改变或颜色阴影。

[0055] 随后,进行图 7 所示的第二去除步骤 704。在第二去除步骤 704 中,在露出的要被形成第二绝缘膜的部件与其下面的层,即,要被形成第一绝缘膜的部件相比被优先蚀刻的条件(蚀刻选择比率大的条件)下执行蚀刻。即,在第二绝缘膜的蚀刻速度比第一绝缘膜的蚀刻速度高的条件下执行蚀刻。例如,执行使用诸如 CH_2F_2 的含氢氟碳化合物气体、氧、以及诸如氩的惰性气体的各向异性等离子体蚀刻。如图 6C 所示,绝缘膜 602 在与掩模 610 的开口 611 对应的部分处被去除,并被形成具有开口的绝缘膜 6021。这里,绝缘膜 601 可用作去除绝缘膜 602 时的蚀刻阻止膜。这里,开口 614 的底面位于面 615,即绝缘膜 601 的上表面的高度处。在该第二去除步骤 704 中,要被形成第一绝缘膜的部件减少蚀刻的进展,并且可抑制光电转换部的受损。另外,在形成多个开口的情况下的在上述的第一去除步骤中出现的整个晶片上的全局变化可被吸收。在该步骤中,从用作第二绝缘膜的部件 602 形成具有开口的第二绝缘膜 6021。第二绝缘膜的开口与开口 612 连通以配置开口 614。

[0056] 最后,执行图 7 所示的第三去除步骤 705。在第三去除步骤 705 中,在例如通过使用诸如 C_4F_6 的氟碳化合物气体、氧、以及诸如氩的惰性气体的等离子体蚀刻优先去除露出的要被形成第一绝缘膜的部件的条件下执行蚀刻。如图 6D 所示,绝缘膜 601 在与掩模 610 的开口 611 对应的部分处被去除,并形成具有开口的绝缘膜 6011。即,在该步骤中,从用作第一绝缘膜的部件 601 形成具有开口的第一绝缘膜 6011。第一绝缘膜的开口与开口 614 连通以形成开口 616。这里,在本实施例中,绝缘膜 317 可用作去除绝缘膜 601 时的蚀刻阻止膜。随后,执行图 7 所示的掩模去除步骤 706 以去除掩模 610。作为结果,形成具有开口 616,即图 4A 所示的开口的层间绝缘膜 3191。随后,如图 4B 所示的步骤中那样,执行图 7 所示的填充步骤 707。

[0057] 包含上述的第一和第二去除步骤的方法可以在开口的侧面和晶片的面内以高精度形成开口(凹部)。特别地,在晶片上形成多个开口的情况下,能够抑制应被去除的膜的残留或不应被去除的膜的去除。特别地,在形成多个具有大的纵横比的开口的情况下,该方法是有效的。因此,以高的精度形成波导,这减少诸如在侧壁上不规则地反射光或者光强度根据晶片中的形成波导的位置而改变的问题。

[0058] 在第二去除步骤中,第一绝缘膜可吸收由于蚀刻而导致的损害以吸收变化,从而导致得到的光电转换部的噪声减少。此外,在通过用折射率与绝缘膜 317 的折射率大致相同的氮化物膜填充开口而执行填充步骤的情况下,第一绝缘膜的去除允许入射光更有效地进入光电转换部。绝缘膜 317 的布置可进一步减少蚀刻对于光电转换部的损害。在本实施例中,描述了用于由硅氧化物制成的第一和第三绝缘膜以及由硅氮化物制成的第二和第四绝缘膜的情况的步骤。但是,在本发明中,包括依次层叠第一绝缘膜、由与第一绝缘膜的材料不同的材料制成的第二绝缘膜、由与要被形成第二绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的第三绝缘膜、以及由与第三绝缘膜的材料不同的材料制成的第四绝缘膜的任何配置。第二绝缘膜的材料可与第三绝缘膜的材料相同。

[0059] 由于第一去除步骤中的用于蚀刻的条件被切换到第二去除步骤中的用于蚀刻的条件,因此,存在开口的侧面的倾斜在向第二去除步骤的切换点处改变的可能性。具体地,

如表示图 6D 的变更例的图 13 所示,存在侧面的倾斜在具有侧面 1301 和侧面 1302 的开口 1303 中在高度 1300 处改变的可能性。但是,由于波导位于开口下方,因此,倾斜的变化不大影响波导并且不导致杂散光。

[0060] 例子 2

[0061] 参照图 9A ~ 9D 描述本例子的固态图像拾取装置的制造方法。图 9A ~ 9D 与表示例子 1 的图 6A ~ 6D 对应。与以上的描述中的配置相同的配置由相同的附图标记表示,并且,它们的描述被省略。图 9A、图 9B 和图 9C 分别与图 6B、图 6C 和图 6D 对应。即,本例子与例子 1 的不同在于,在例子 1 中的第三去除步骤之后,进一步执行图 9D 所示的去除步骤,并且,本例子中的第一到第四绝缘膜与例子 1 中的对应的绝缘膜不同。

[0062] 同样,在本例子中,层间绝缘膜 3191 具有交替地层叠由不同材料制成的至少两种类型的绝缘膜的配置。具体而言,至少依次层叠要被形成成为第一绝缘膜的部件、由与第一绝缘膜的材料不同的材料制成的要被形成成为第二绝缘膜的部件、由与要被形成成为第二绝缘膜的部件的材料不同的材料制成的要被形成成为第三绝缘膜的部件、以及由与第三绝缘膜的材料不同的材料制成的要被形成成为第四绝缘膜的部件。在本例子中,要被形成成为第一绝缘膜的部件与图 6A 所示的绝缘膜 602 相同,要被形成成为第二绝缘膜的部件与图 6A 所示的绝缘膜 603 相同。要被形成成为第三绝缘膜的部件与图 6A 所示的绝缘膜 604 相同,要被形成成为第四绝缘膜的部件与图 6A 所示的绝缘膜 605 相同。并且,在本例子中,绝缘膜 602 和绝缘膜 606 用作形成布线层时的蚀刻阻止膜,并且,绝缘膜 608 和绝缘膜 604 用作针对用作布线层的电导体的金属的阻挡膜。

[0063] 首先,通过执行第一去除步骤形成图 9A 所示的开口 902。在第一去除步骤中,绝缘膜 604 ~ 609 在与掩模的开口对应的部分处被去除,并且形成成为分别具有开口的绝缘膜 6042 ~ 6092。通过蚀刻执行该去除。这里,如例子 1 中那样,在绝缘膜之间的蚀刻选择比率小的条件下执行蚀刻。这里,要被形成成为第二绝缘膜的部件的绝缘膜 603 在与掩模的开口对应的部分处被部分地去除,并且被形成成为在上表面上具有凹部的绝缘膜 6032。开口的底部,即绝缘膜 6032 的上表面位于面 901 的高度处。这里,如例子 1 中那样,由于绝缘膜 604 ~ 609 通过在能够蚀刻这些膜的条件下进行蚀刻而被去除,因此,关于面 901 的高度在开口的底部中导致全局变化。

[0064] 随后,通过执行第二去除步骤形成图 9B 所示的开口 904。在第二去除步骤中,绝缘膜 6032 使用要被形成成为第一绝缘膜的部件的绝缘膜 602 作为蚀刻阻止膜在与掩模的开口对应的部分处被去除,并且被形成成为具有开口的绝缘膜 6033。即,如例子 1 中那样,在第二绝缘膜的蚀刻速度比第一绝缘膜的蚀刻速度高的条件(蚀刻选择比率高的条件)下执行蚀刻。开口 904 的底面位于面 903 的高度处,即绝缘膜 602 的上表面处。在该步骤中,减少在第一去除步骤中产生的变化。与硅氮化物相比,容易优先蚀刻硅氧化物,即,增大选择比率。因此,通过使用绝缘膜 602 作为蚀刻阻止膜,与例子 1 的情况相比容易吸收变化。

[0065] 随后,通过执行第三去除步骤形成图 9C 所示的开口 906。在第三去除步骤中,在与掩模的开口对应的部分处去除与第一绝缘膜对应的绝缘膜 602。在这种情况下,能够使用设置在绝缘膜 602 之下的绝缘膜 601 作为蚀刻阻止膜。即,在第一绝缘膜的蚀刻速度比绝缘膜 601 的蚀刻速度高的条件(蚀刻选择比率高的条件)下执行蚀刻。绝缘膜 602 形成成为具有开口的绝缘膜 6022。

[0066] 此外,通过执行通过蚀刻去除绝缘膜 601 的步骤形成图 9D 所示的开口 908。作为结果,绝缘膜 601 形成为具有开口的绝缘膜 6012。随后,执行掩模去除步骤以去除掩模 610。作为结果,形成具有开口 908,即图 4A 所示的开口 323 的层间绝缘膜 3191。然后,如图 4B 所示,执行填充步骤。当去除绝缘膜 601 时,可以使用绝缘膜 317 作为蚀刻阻止膜。该绝缘膜 317 防止绝缘膜 305 和 306 在蚀刻期间的厚度变化,因此,蚀刻期间的绝缘膜 305 和 306 可维持适于作为抗反射膜的厚度。

[0067] 如本例子所示,第一到第四绝缘膜不限于与例子 1 中所示的例子对应的那些,而是可被任意选择。此外,可以在第一到第四绝缘膜之间设置另外的膜。在这种情况下,在第一到第四绝缘膜与另外的膜之间的选择比率低的条件下执行第一去除步骤中的蚀刻。

[0068] 此外,在具有层叠了多个绝缘膜的配置的层间绝缘膜中形成开口时,为了形成具有平滑的侧面的开口,优选的是在第一去除步骤中去除尽可能多的数量的绝缘膜。但是,优选地,在晶片的面内在蚀刻进行得最慢的区域和蚀刻进行得最快的区域之间的蚀刻进展中出现差异之前将第一去除步骤切换到第二去除步骤。因此,考虑到开口的侧壁的精度和晶片表面上的蚀刻速度之间的平衡,可适当地调整蚀刻条件。

[0069] 例子 3

[0070] 将参照图 10A ~ 10D 描述本例子的固态图像拾取装置的制造方法。图 10A ~ 10D 是与图 6A ~ 6D 对应的示意性断面图,并且,与图 6A ~ 6D 的主要不同在于,不存在图 6A ~ 6D 所示的绝缘膜 305、306 和 317,并且,侧面不具有倾斜。图 10A ~ 10D 以放大的形式表示与 PD 对应的部分。

[0071] 如图 10A 所示,电荷累积部分 1002 和元件 1003 被设置在半导体基板上。元件不被特别限制,并且,例如为晶体管和电荷耦合器件。层间绝缘膜 1013 以及第一到第三布线层 1005、1008 和 1011 被设置在半导体基板的主表面 1001 上。这里,没有示出触头和通路。层间绝缘膜 1013 具有其中交替地层叠由硅氧化物制成的绝缘膜 1004、1007 和 1010 以及由硅氮化物制成的绝缘膜 1006、1009 和 1012 的配置。在本例子中,绝缘膜 1006、1009 和 1012 用作对于用作布线层的电导体的金属的阻挡膜。第一到第三布线层 1005、1008 和 1011 由主要成分为铜的材料制成,并且包含诸如钽或钛的阻挡金属。

[0072] 第一布线层 1005 被嵌入在绝缘膜 1004 内,并且,第一布线层 1005 和绝缘膜 1004 的上表面相互一致。用于防止第一布线层 1005 的材料的扩散的绝缘膜 1006 被设置在第一布线层 1005 和绝缘膜 1004 的上表面上。第二布线层 1008 被嵌入在设置在绝缘膜 1006 上的绝缘膜 1007 中,并且,第二布线层 1008 和绝缘膜 1007 的上表面相互一致。用于防止第二布线层 1008 的材料的扩散的绝缘膜 1009 被设置在第二布线层 1008 和绝缘膜 1007 的上表面上。类似地,第三布线层 1011 被嵌入在设置在绝缘膜 1009 上的绝缘膜 1010 中。第三布线层 1011 和绝缘膜 1010 的上表面相互一致,并且,用于防止第三布线层 1011 的材料的扩散的绝缘膜 1012 被设置在第三布线层 1011 和绝缘膜 1010 的上表面上。这里,绝缘膜 1004 被用作第一绝缘膜,绝缘膜 1006 被用作第二绝缘膜,绝缘膜 1007 被用作第三绝缘膜,并且,绝缘膜 1009 被用作第四绝缘膜。这里,第四绝缘膜可以是绝缘膜 1012,或者,第三绝缘膜和第四绝缘膜可以分别是绝缘膜 1010 和绝缘膜 1012。

[0073] 如图 10B 所示,在作为在图 10A 中示出其配置的层间绝缘膜 1013 的最上层的绝缘膜 1012 上形成具有与光电转换部的位置对应的开口的掩模 1014。掩模 1014 由光刻胶

制成,并且可通过光刻法形成。随后,在将绝缘膜一起去除的条件下连续蚀刻层间绝缘膜 1013(第一去除步骤)。绝缘膜 1007、1009、1010 和 1012 通过蚀刻在与掩模的开口对应的部分处被去除,并且分别形成为绝缘膜 10071、10091、10101 和 10121 以形成开口 1015。这里,在绝缘膜 1006 在蚀刻进行得最慢的区域处被露出时停止连续的蚀刻。即,可以如例子 1 中的第一去除步骤那样执行该步骤。这里,蚀刻是诸如等离子体蚀刻的干法蚀刻。

[0074] 随后,如图 10C 所示,使用绝缘膜 1004 作为蚀刻阻止膜蚀刻绝缘膜 1006。绝缘膜 1006 通过蚀刻在与掩模的开口对应的部分处被去除,并由此形成为绝缘膜 10061 以形成开口 1016。即,如例子 1 的第二去除步骤那样执行该处理。

[0075] 最后,通过蚀刻去除绝缘膜 1004。通过该蚀刻,绝缘膜 1004 在与掩模的开口对应的部分处被去除,并由此形成为绝缘膜 10041 以在层间绝缘膜 1018 中形成开口 1017。开口 1017 被设置在半导体基板的主表面 1001 上。然后,掩模 1014 被去除,并且,如图 4B 所示的那样执行填充步骤。

[0076] 根据该方法,可以减少由于蚀刻导致的损害,同时抑制由蚀刻形成的侧壁的形状的变化并减少蚀刻量的变化。

[0077] 例子 4

[0078] 将参照图 11A ~ 11D 描述本例子的固态图像拾取装置的制造方法。图 11A ~ 11D 是示出如图 10A ~ 10D 所示的方法那样的方法的示意性断面图。除了与第一到第四绝缘膜对应的绝缘膜和开口的深度与例子 3 中的不同以外,本例子中的配置与例子 3 中的相同。

[0079] 图 11A 所示的配置与图 10A 所示的配置相同。这里,绝缘膜 1006 被用作第一绝缘膜,绝缘膜 1007 被用作第二绝缘膜,绝缘膜 1009 被用作第三绝缘膜,并且,绝缘膜 1010 被用作第四绝缘膜。

[0080] 在作为最上面的膜的绝缘膜 1012 上形成光刻胶的掩模 1014,并且,去除层间绝缘膜(第一去除步骤)。在去除中,在一起去除层间绝缘膜的条件下连续地执行蚀刻,并且,在事先设定的希望的时间停止蚀刻。即,可以如例子 1 中的第一去除步骤那样执行该步骤。这里,如图 11B 所示,绝缘膜 1009、1010、1012 在与掩模 1014 的开口对应的部分处被去除并且分别形成为绝缘膜 10092、10102 和 10122 以形成开口 1101。这里,绝缘膜 1007 在晶片的整个区域中在与掩模 1014 的开口对应的部分处被部分地去除,即,绝缘膜 1007 沿厚度方向被部分地去除,并且形成为绝缘膜 10072。

[0081] 随后,如图 11C 所示,使用绝缘膜 1006 作为蚀刻阻止膜蚀刻绝缘膜 10072。即,可如例子 1 中的第二去除步骤那样执行该步骤。在与掩模的开口对应的部分处的残留的绝缘膜 10072 通过蚀刻被去除,并且形成为绝缘膜 10073 以形成开口 1102。

[0082] 最后,通过蚀刻去除绝缘膜 1006。这里,绝缘膜 1004 用作蚀刻阻止膜。即,在绝缘膜 1006 的蚀刻速度比绝缘膜 1004 的蚀刻速度高的条件下执行蚀刻。绝缘膜 1006 通过蚀刻在与掩模的开口对应的部分处被去除,并且形成为绝缘膜 10062 以在层间绝缘膜 1104 中形成开口 1103。绝缘膜 1004 在开口 1103 中被露出。然后,掩模 1014 被去除,并且,如图 4B 所示的那样执行填充步骤。

[0083] 根据该方法,可以减少由于蚀刻导致的损害,同时抑制由蚀刻形成的侧壁的形状的变化并且减少蚀刻量的变化。另外,能够抑制应被去除的膜的残留或者不应被去除的膜的去除。绝缘膜 1004 的存在可进一步减少蚀刻量的变化。

[0084] 例子 5

[0085] 在本例子中,将参照图 12 描述图像拾取系统的配置。图 12 是示出固态图像拾取装置和图像拾取系统的框图。图像拾取系统 1200 包括固态图像拾取装置 1201 和处理从固态图像拾取装置 1201 输入的电信号的信号处理装置 1202。具体而言,电信号从固态图像拾取装置 1201 的 OUT1 和 OUT2 被输出并且被输入到信号处理装置 1202 的 IN 中。信号处理装置 1202 的 OUT3 根据电信号的处理结果输出图像信号、驱动信号或控制信号。电信号可以是电流信号、电压信号、模拟信号或数字信号。以下将更详细地描述图像拾取系统。在使用固态图像拾取装置 1201 作为图像传感器的情况下,信号处理装置 1202 处理输入的电信号并且输出它们作为图像信号。在使用固态图像拾取装置 1201 作为焦点检测传感器的情况下,信号处理装置 1202 处理输入的电信号并且输出它们作为用于驱动设置在固态图像拾取装置 1201 的前面的透镜(未示出)的驱动信号。在使用固态图像拾取装置 1201 作为测光传感器的情况下,信号处理装置 1202 处理输入的电信号并且输出它们作为用于控制快门并调整曝光时间的控制信号。快门可以是机械快门或电气驱动快门。在电气驱动快门的情况下,固态图像拾取装置 1201 基本上被控制。在这种图像拾取系统中,可以获得适当的图像信号或适于控制的控制信号。

[0086] 根据通过使用例子描述的本发明的固态图像拾取装置的制造方法,能够在开口的侧面和晶片的面内以高精度形成开口(孔径或凹部)。此外,能够抑制应被去除的膜的残留或不应被去除的膜的去除。另外,绝缘膜 1004 的存在可进一步减少蚀刻量的变化。在第二去除步骤中,第一绝缘膜可吸收由于蚀刻导致的损害以吸收变化,从而导致得到的光电转换部的噪声减少。

[0087] 可以适当地修改或组合例子。例如,可用硅碳化物(silicon carbide)替代硅氮化物,或者,可以在第一到第四绝缘膜之间设置有机绝缘膜。硅氧化物和硅氮化物的膜的叠层可被其他的适当的膜替代。

[0088] 在各例子中,已描述了具有波导的固态图像拾取装置作为根据本发明的例子,但是,本发明除了波导以外还可被应用以形成通孔电极,并且,可被应用于诸如存储器的其他的半导体装置。

[0089] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有这样的变更方式以及等同的结构和功能。

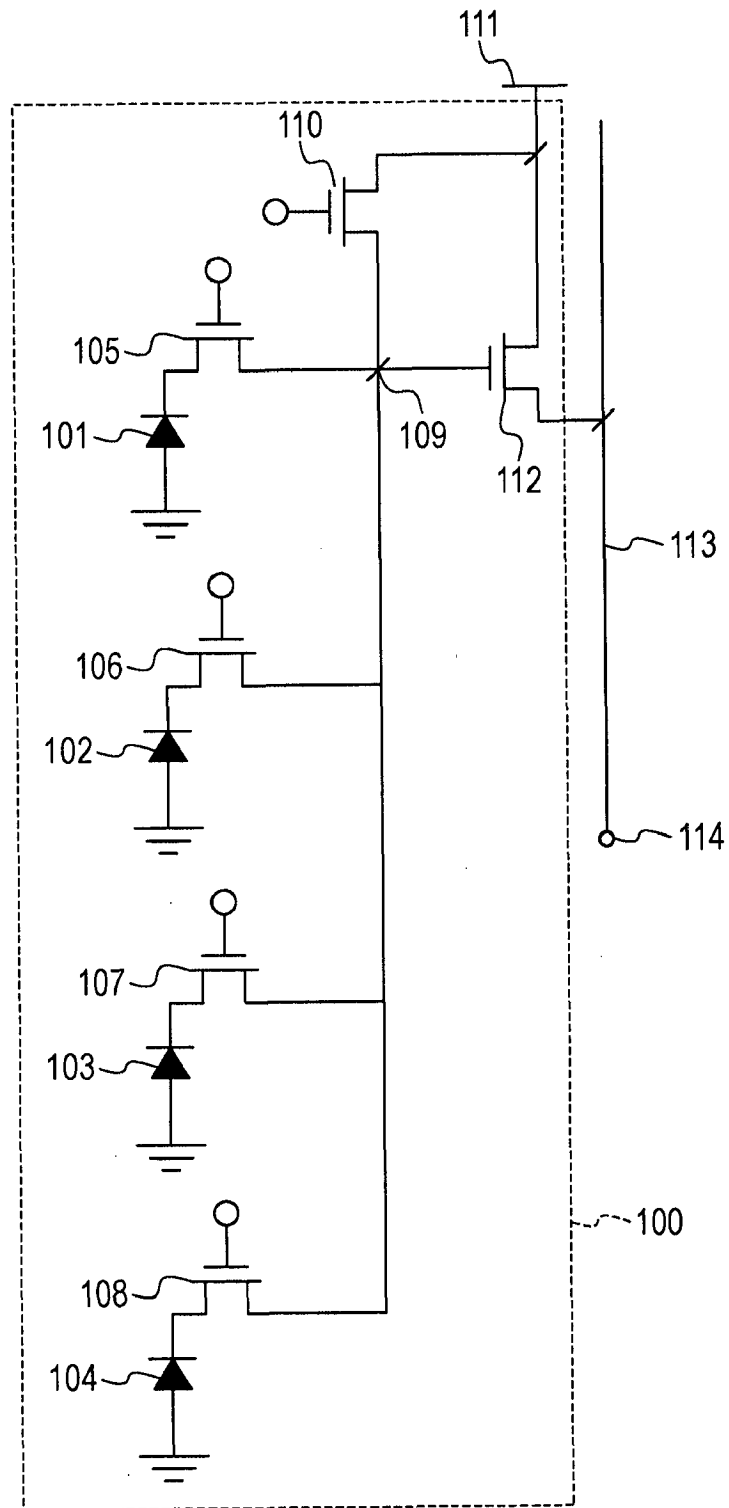


图 1

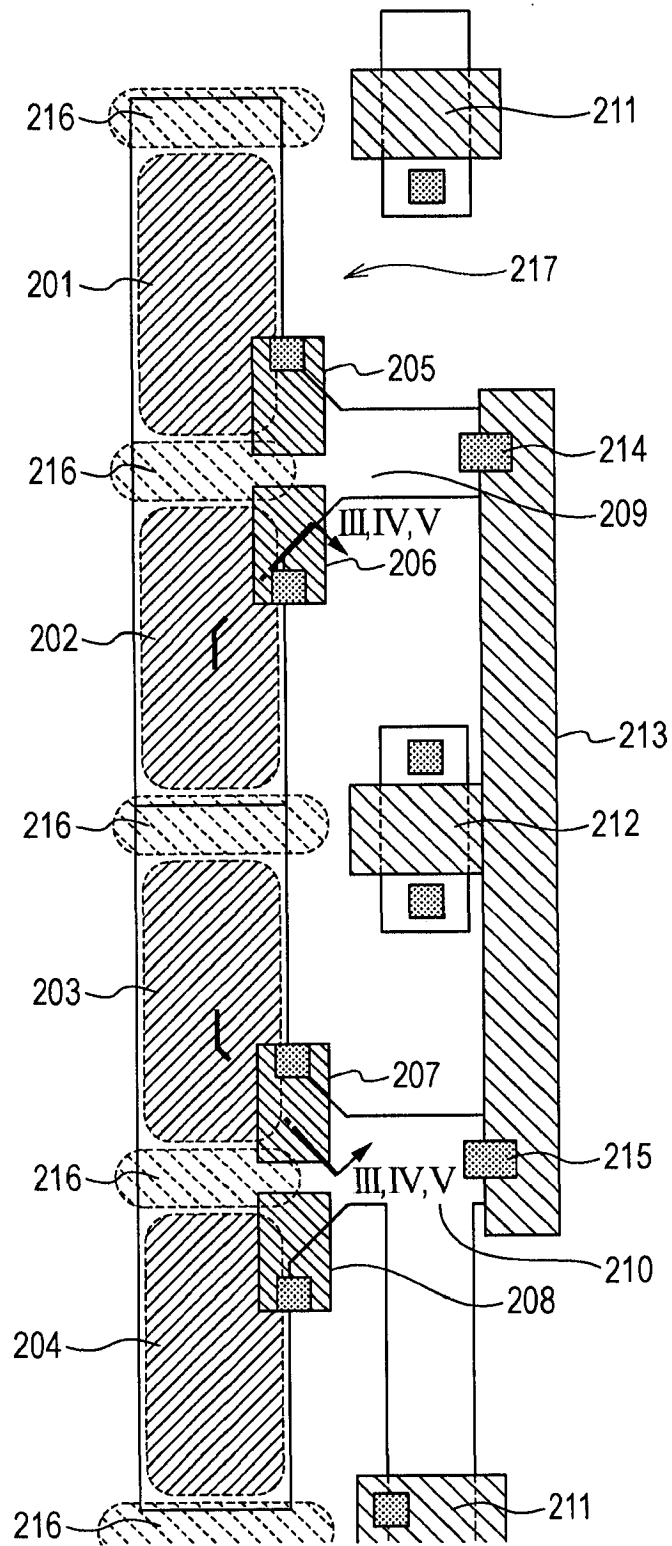


图 2

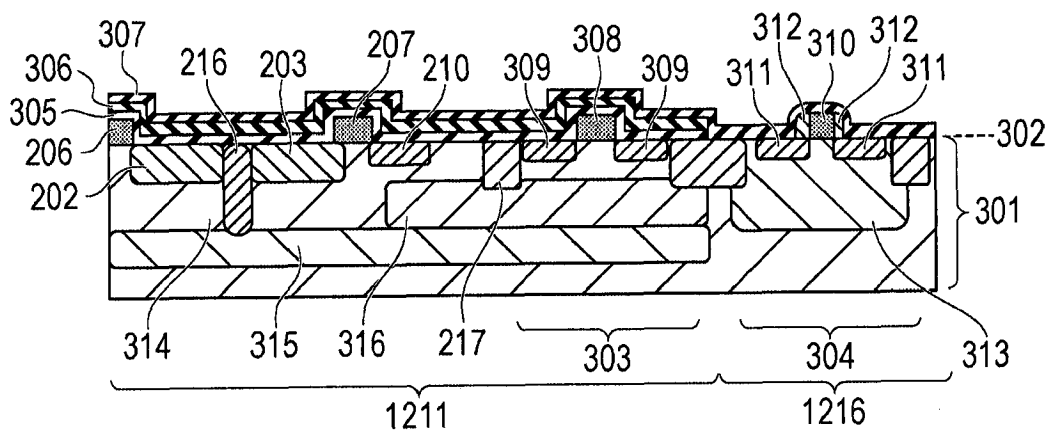


图 3A

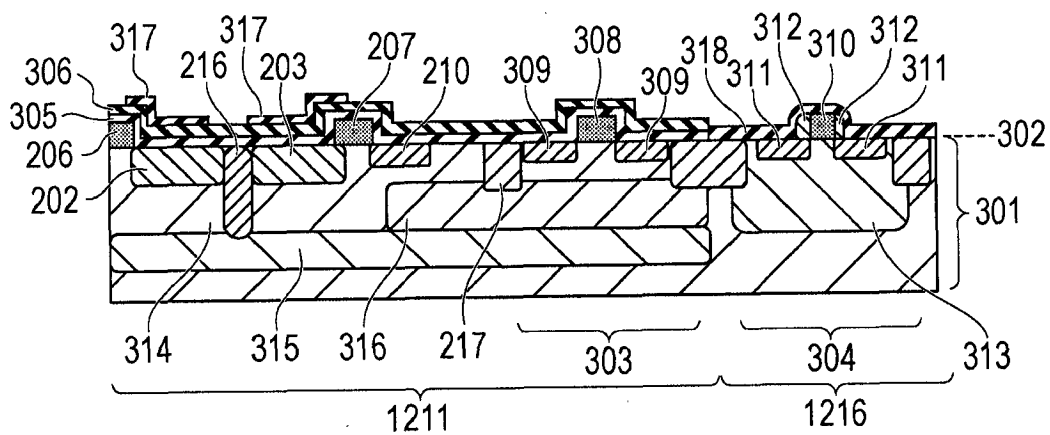


图 3B

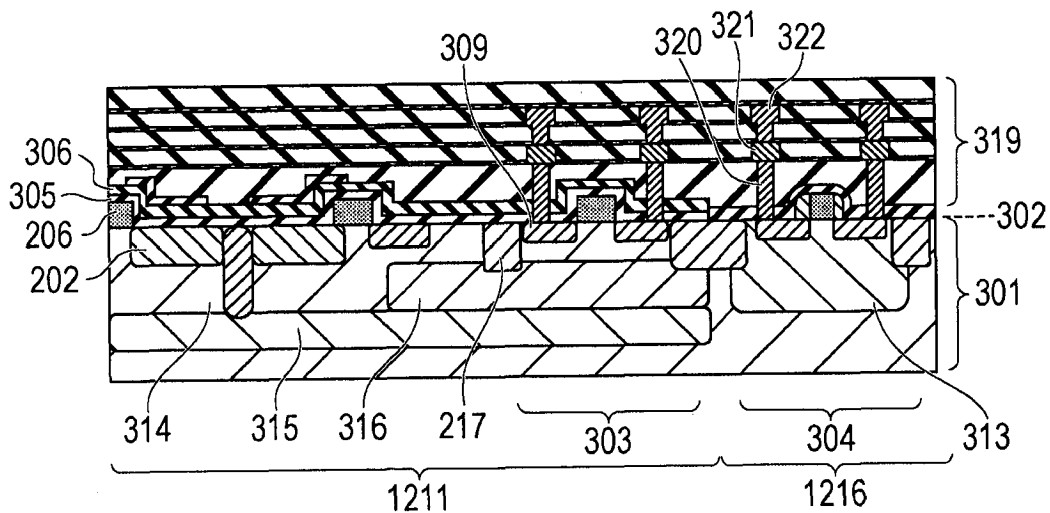


图 3C

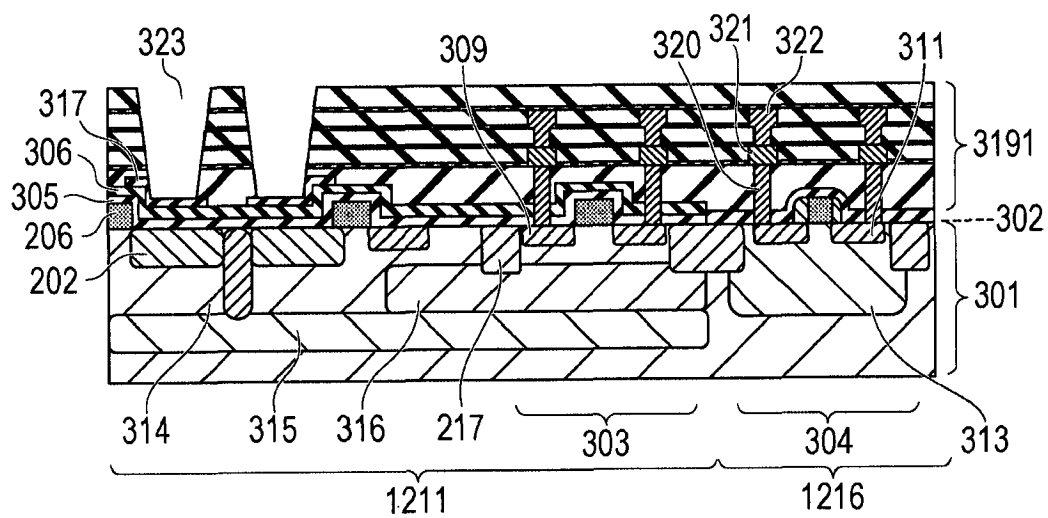


图 4A

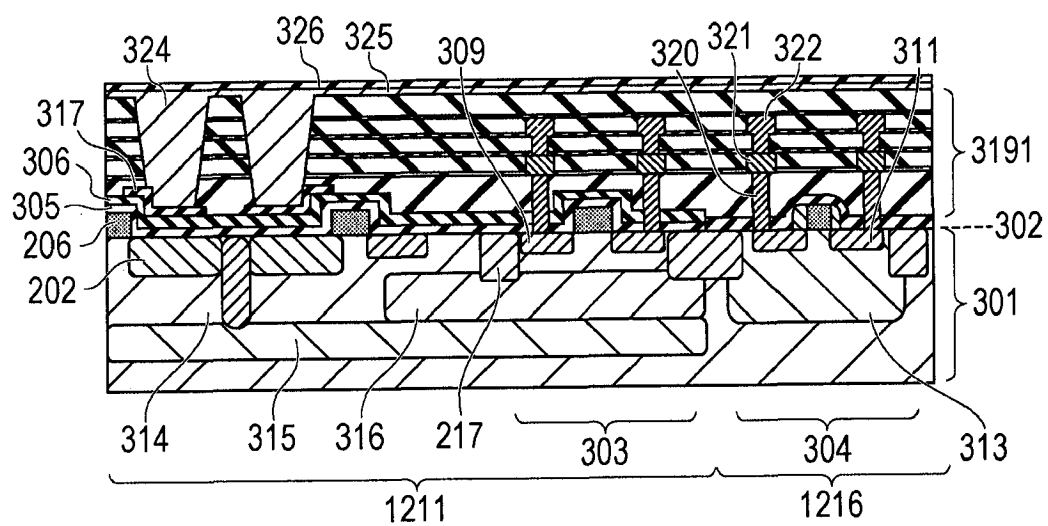


图 4B

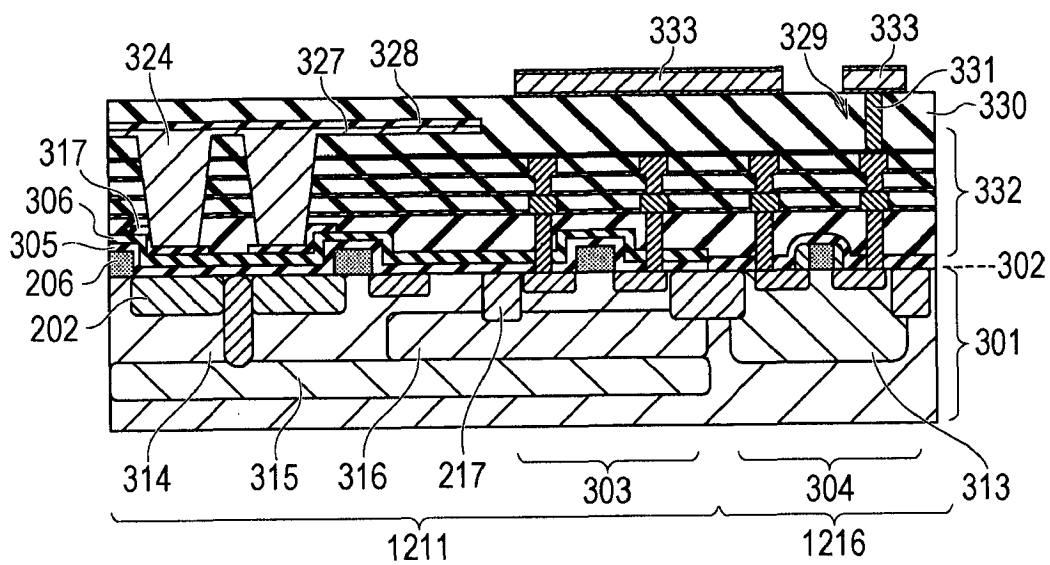


图 4C

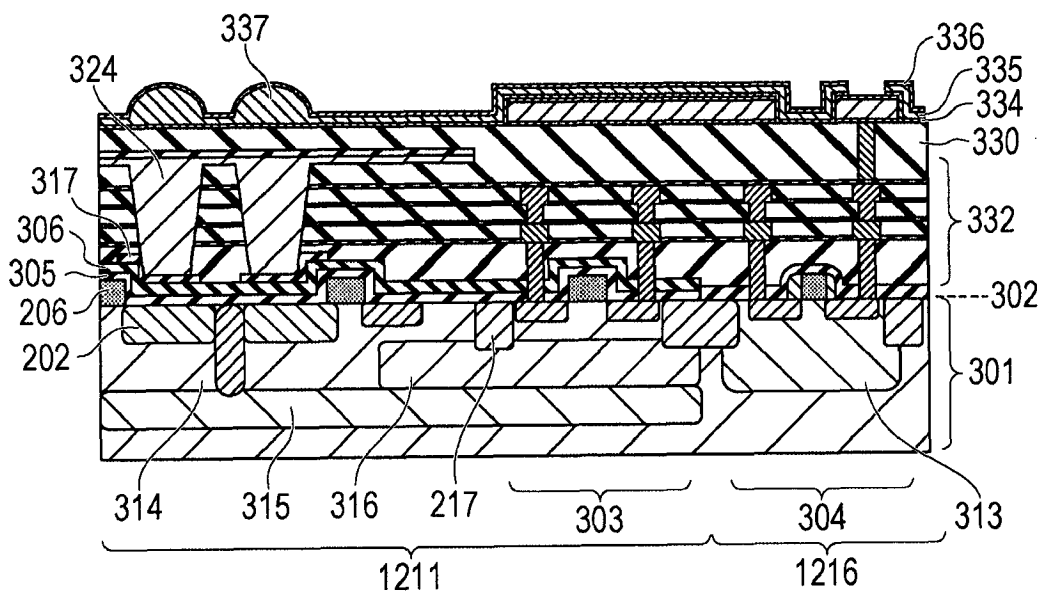


图 5A

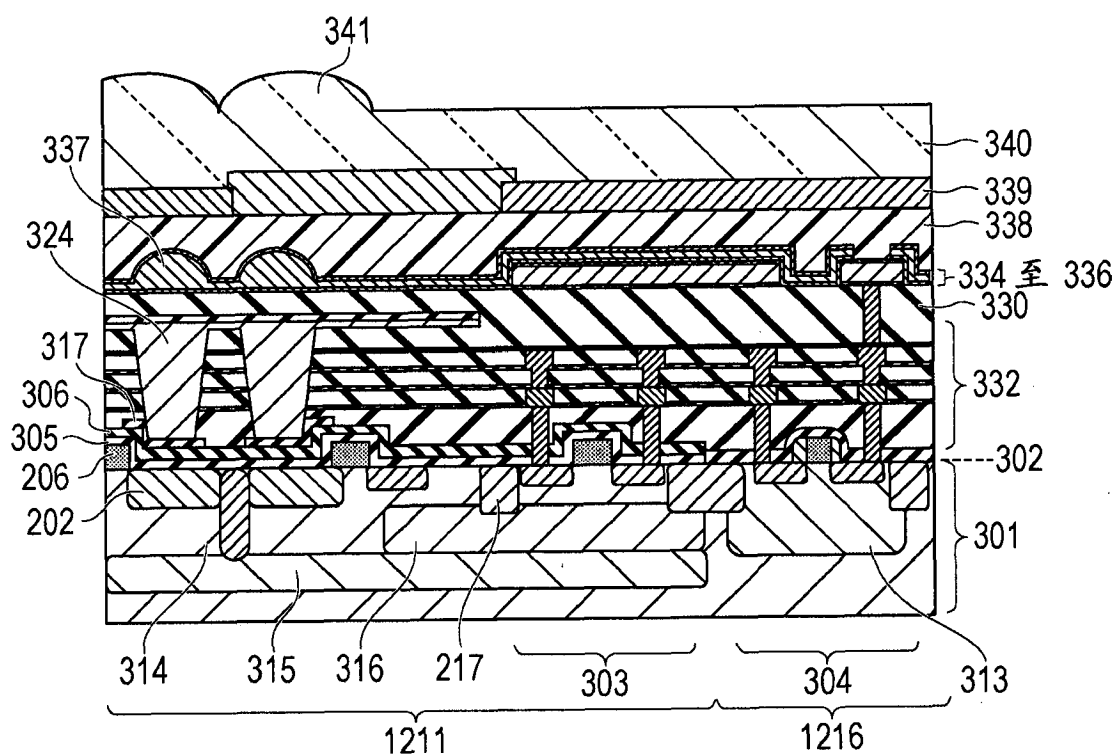


图 5B

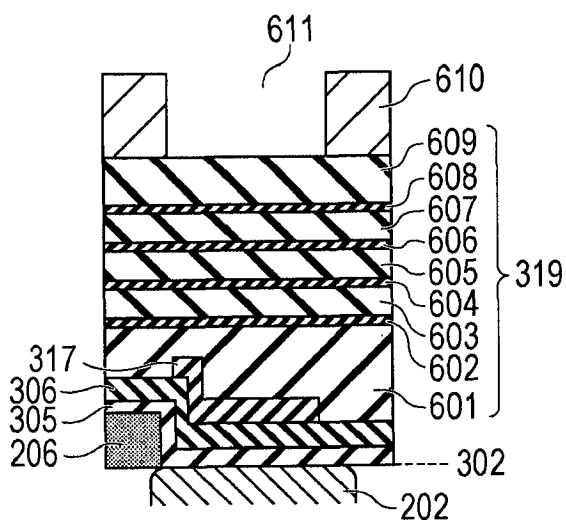


图 6A

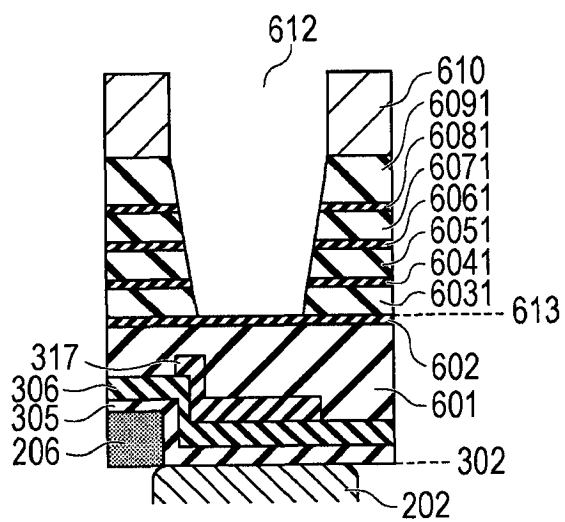


图 6B

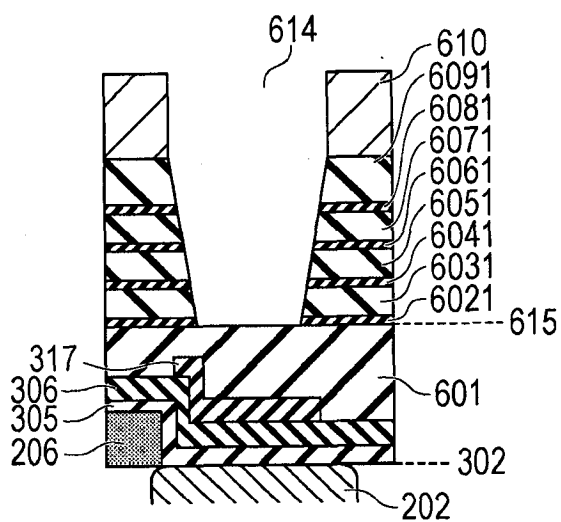


图 6C

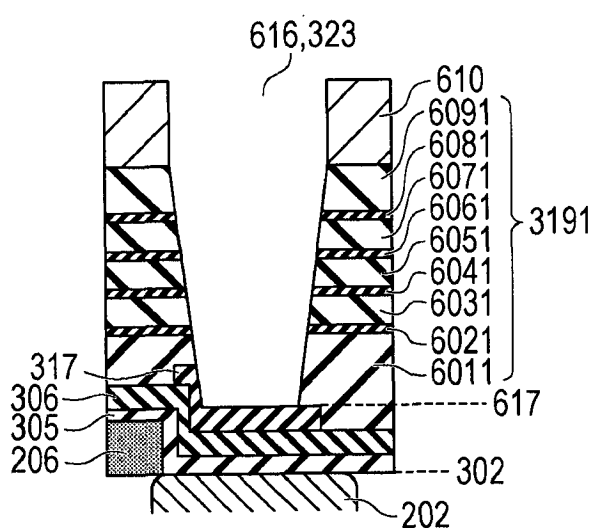


图 6D

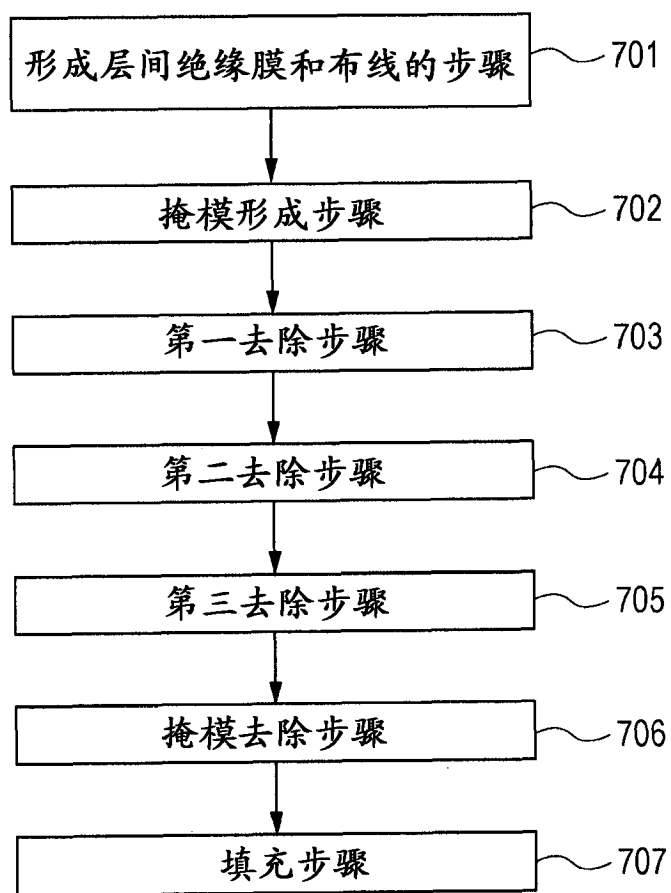


图 7

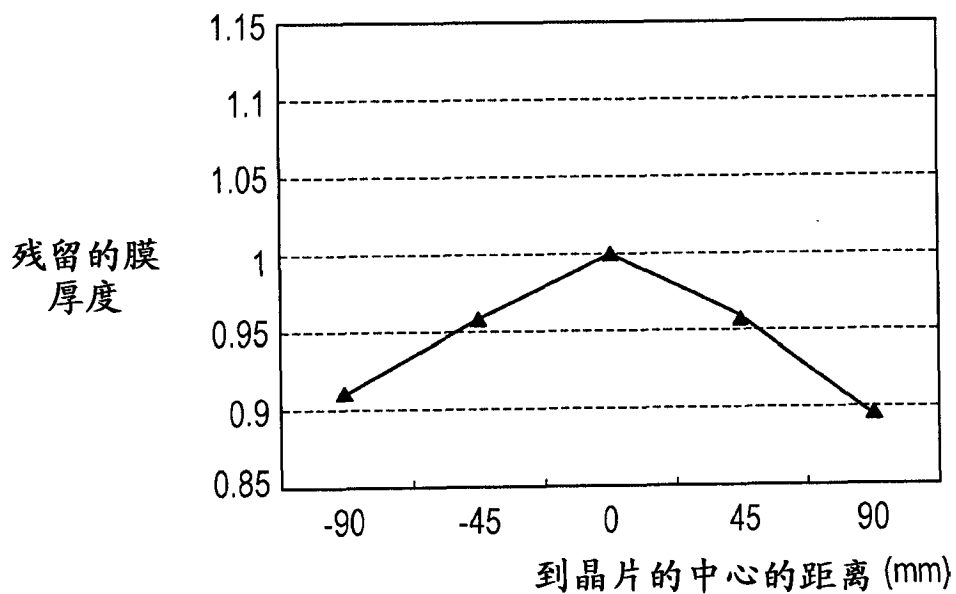


图 8

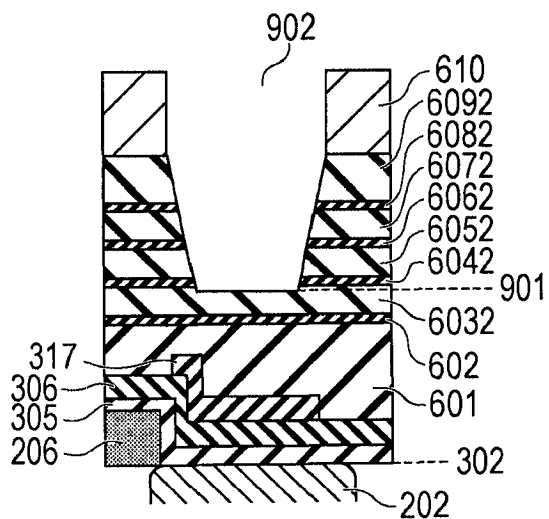


图 9A

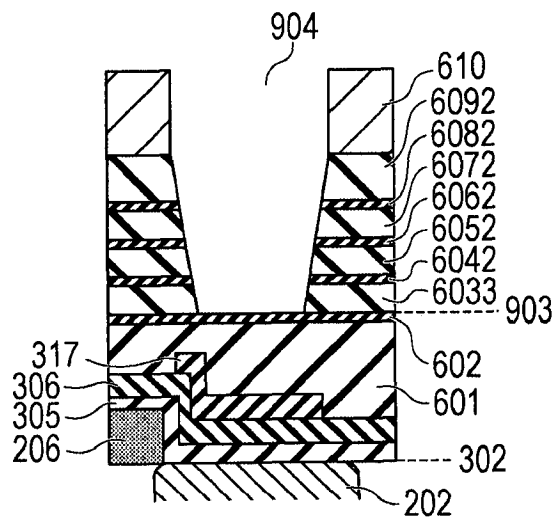


图 9B

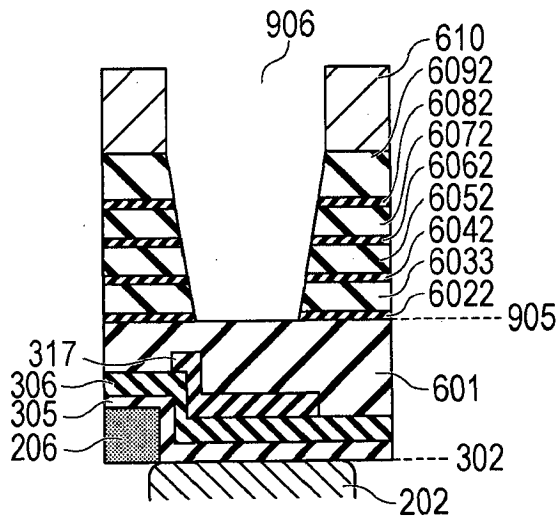


图 9C

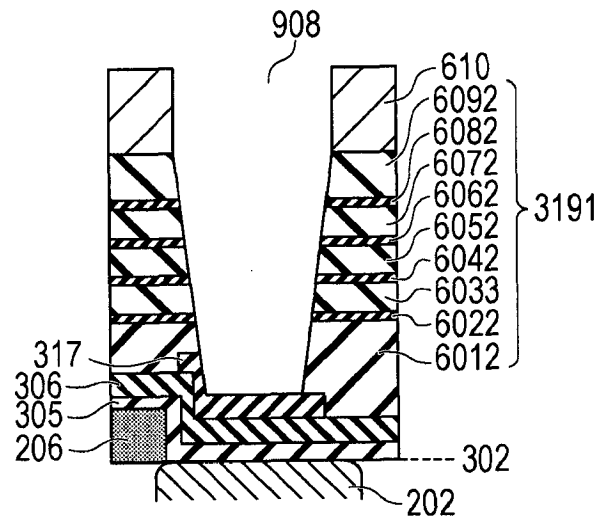


图 9D

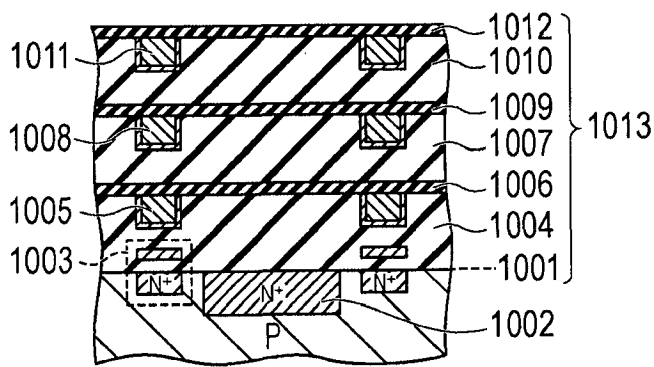


图 10A

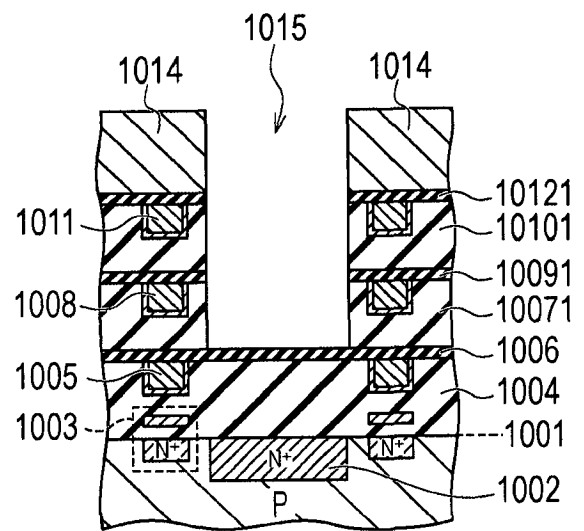


图 10B

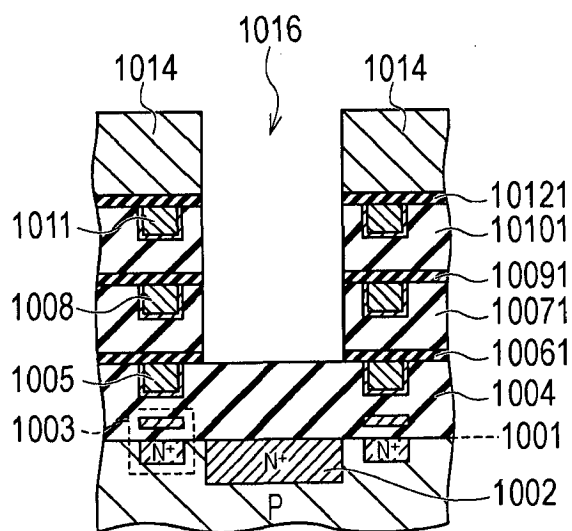


图 10C

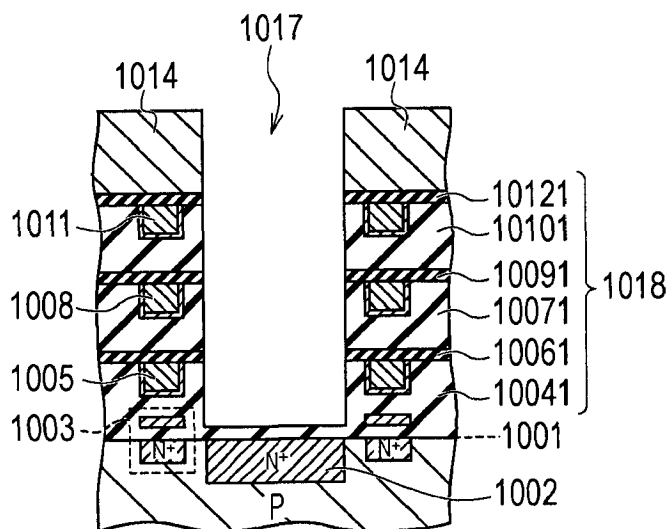


图 10D

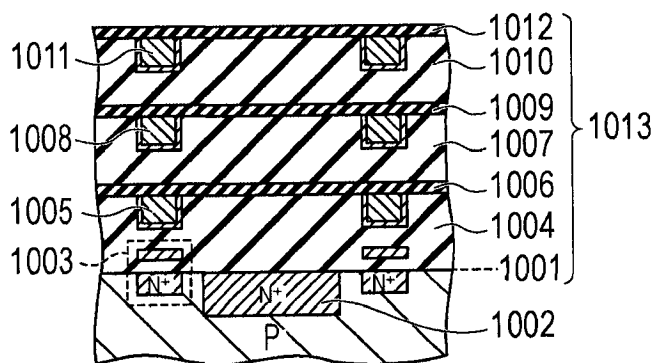


图 11A

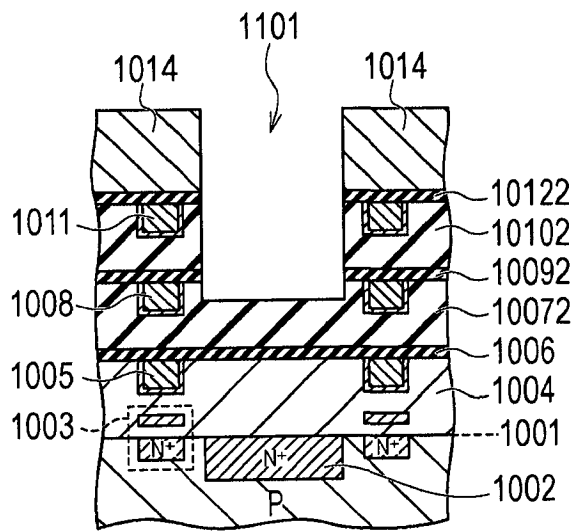


图 11B

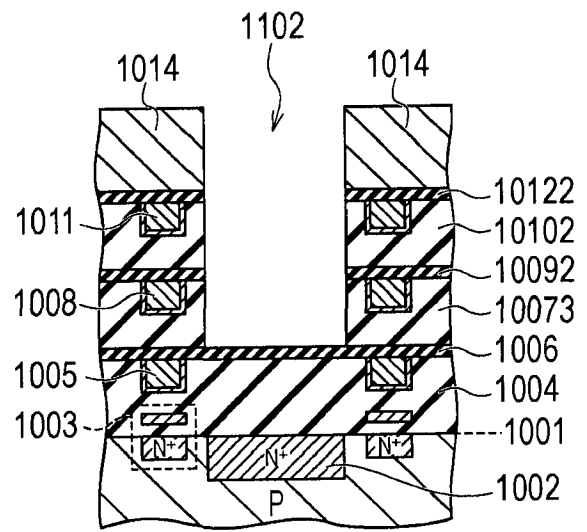


图 11C

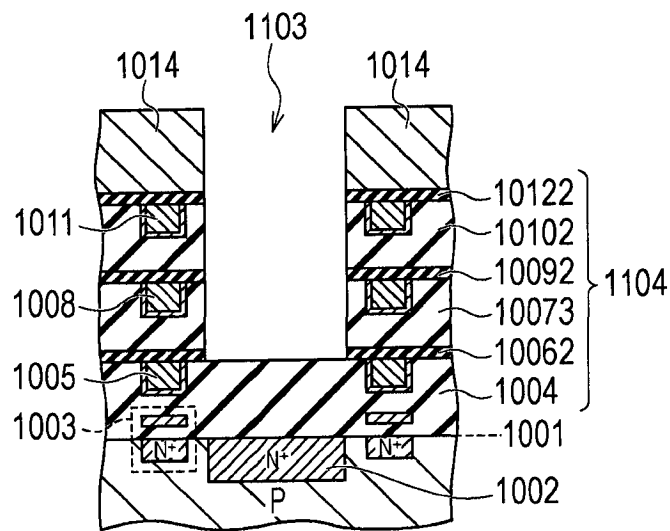


图 11D

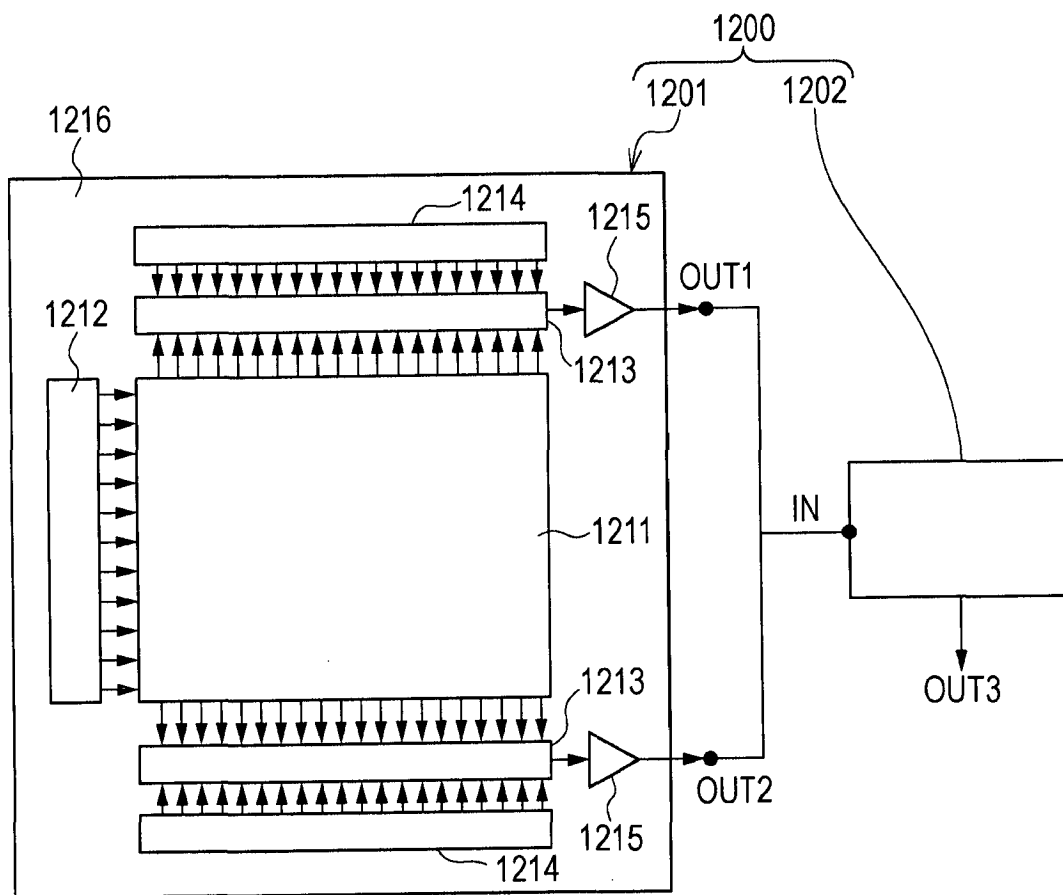


图 12

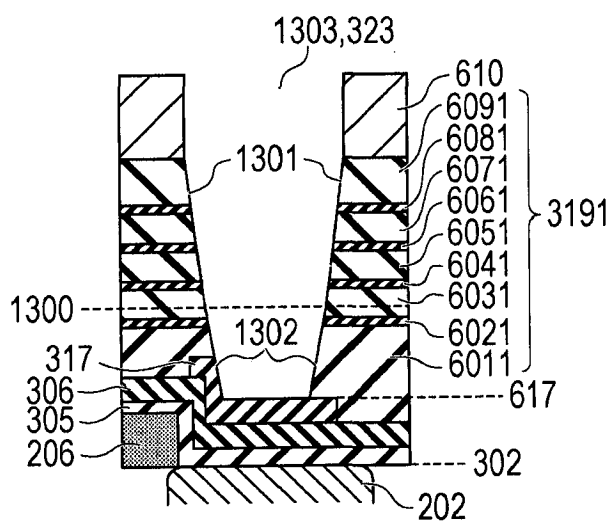


图 13