



### (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102637705 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201210027892.5

审查员 蔡金珠

(22) 申请日 2012.02.09

### (30) 优先权数据

2011-026355 2011.02.09 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 铃木健太郎 冈部刚士 佐野博晃

岩田旬史

(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 曹瑾

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006.01)

### (56) 对比文件

CN 101197386 A, 2008. 06. 11, 全文.

CN 1745478 A, 2006. 03. 08, 全文.

US 2007/0122935 A1, 2007. 05. 31, 全文.

US 2010/0007779 A1, 2010.01.14, 全文.

JP 特开 2002-57318 A, 2002. 02. 22, 全文.

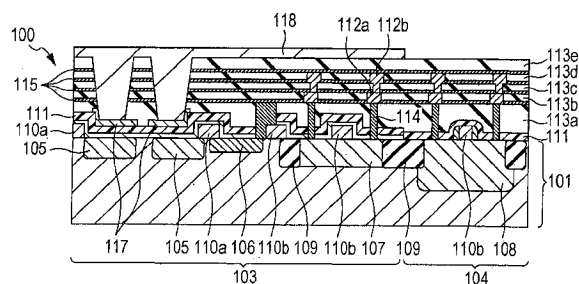
权利要求书3页 说明书16页 附图15页

(54) 发明名称

# 半导体器件制造方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体器件制造方法。层间绝缘膜被设置在半导体衬底的图像拾取区域和外围区域上方。在层间绝缘膜中在覆盖光电转换部的位置形成开口。在半导体衬底的图像拾取区域和外围区域的上方形成波导构件。波导构件的设置在外围区域上方的部分被去除以使层间绝缘膜暴露。



1. 一种半导体器件制造方法,包含:

在制备包括第一区域和第二区域的半导体衬底之后,在第二区域上形成第一导电构件的第一步骤;

在第一区域和第二区域上形成第一绝缘体的第二步骤,其中,第一绝缘体在第一导电构件的较远离半导体衬底的较远侧上形成;

在第一绝缘体的第一部分中形成第一开口的第三步骤,所述第一部分被设置于第一区域上,而第一绝缘体位于要设置连接到第一导电构件的插头的位置;

在第一开口内部以及第一绝缘体的第二部分上形成第二绝缘体的第四步骤,第二绝缘体由和第一绝缘体的材料不同的材料制成,所述第二部分设置在第二区域上,其中第二绝缘体是第一波导构件;

去除第二绝缘体的第一和第二部分以使第一绝缘体暴露的第五步骤,第二绝缘体的所述第一和第二部分都设置在第二区域上,第二绝缘体的第一部分在要形成插头处,并且第二绝缘体的第二部分在距第二绝缘体的第一部分预先确定的距离内;

在第五步骤之后,在第一绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口的第六步骤;和在第二开口中形成插头的第七步骤,

其中,第二开口的面积小于第二绝缘体的在第五步骤中被去除的第一和第二部分的面积。

2. 如权利要求 1 所述的方法,还包含:

在第五步骤之后,在第二绝缘体上和设置在第二区域上的第一绝缘体的第二部分上形成第三绝缘体,

其中,在第六步骤中,在第三绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,第一绝缘体和第三绝缘体由相同材料制成。

4. 如权利要求 1 所述的方法,还包含:

在第四步骤和第五步骤之间,在第二绝缘体上形成第四绝缘体,其中第四绝缘体是第二波导构件,

其中,在第五步骤中,第四绝缘体的第一和第二部分被去除以使第一绝缘体暴露,所述第一和第二部分都设置在距离半导体衬底比第一导电构件更远的位置,第四绝缘体的第一部分在要设置插头处,并且第四绝缘体的第二部分在距第四绝缘体的第一部分预先确定的距离内。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,第二区域上的第二绝缘体的全部在第四步骤中被去除,以使第二区域上的第一绝缘体的全部被暴露。

6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,在第四步骤之后,第二绝缘体的除第一和第二部分之外的至少第三部分被留在第一绝缘体上。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中,第一绝缘体包括多个绝缘膜,并且在第三步骤中,将第一开口形成成为穿透所述多个绝缘膜。

8. 如权利要求 1 所述的方法,还包含:

形成第二导电构件的步骤,第二导电构件连接到插头,并且被设置在第一导电构件的和半导体衬底相对的一侧上,

其中,形成第二导电构件的步骤包括:形成构成第二导电构件的材料的膜的步骤、以及

通过使用用于蚀刻的掩模图案蚀刻所述膜的步骤,所述掩模图案被设置在所述膜上。

9. 一种半导体器件制造方法,包含:

在制备包括第一区域和第二区域的半导体衬底之后,在第二区域上形成第一导电构件的第一步骤,在第一区域中设置有多光电转换部,并且在第二区域中设置有多用于处理来自所述多个光电转换部的信号的电路;

在第一区域和第二区域上形成第一绝缘体的第二步骤,其中,第一绝缘体在第一导电构件的较远离半导体衬底的较远侧上形成;

在第一绝缘体的第一部分中形成多个第一开口,以使得所述多个第一开口分别和所述多个光电转换部重叠的第三步骤,而第一绝缘体位于要设置连接到第一导电构件的插头的位置;

在所述多个第一开口的每一个的内部以及第一绝缘体的第二部分上形成第二绝缘体的第四步骤,第二绝缘体由和第一绝缘体的材料不同的材料制成,所述第二部分设置在第二区域上,其中第二绝缘体是第一波导构件;

去除第二绝缘体的第一和第二部分以使第一绝缘体暴露的第五步骤,第二绝缘体的所述第一和第二部分都设置在第二区域上,第二绝缘体的第一部分在要设置插头之处,并且第二绝缘体的第二部分在距第二绝缘体的第一部分预先确定的距离内;

在第五步骤之后,在第一绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口的第六步骤;和在第二开口中形成插头的第七步骤,

其中,第二开口的面积小于第二绝缘体的在第五步骤中被去除的第一和第二部分的面积。

10. 如权利要求 9 所述的方法,还包含:

在第五步骤之后,在第二绝缘体上和设置在第二区域上的第一绝缘体的第二部分上形成第三绝缘体,

其中,在第六步骤中,在第三绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口。

11. 如权利要求 10 所述的方法,其中,第一绝缘体和第三绝缘体由相同材料制成。

12. 如权利要求 9 所述的方法,还包含:

在第四步骤和第五步骤之间,在第二绝缘体上形成第四绝缘体,其中第四绝缘体是第二波导构件,

其中,在第五步骤中,第四绝缘体的第一和第二部分被去除以使第一绝缘体暴露,所述第一和第二部分都设置在距离半导体衬底比第一导电构件更远的位置,第四绝缘体的第一部分在要设置插头处,并且第四绝缘体的第二部分在距第四绝缘体的第一部分预先确定的距离内。

13. 如权利要求 9 所述的方法,其中,第二区域上的第二绝缘体的全部在第四步骤中被去除,以使第二区域上的第一绝缘体的全部被暴露。

14. 如权利要求 9 所述的方法,其中,在第四步骤之后,第二绝缘体的除第一和第二部分之外的至少第三部分被留在第一绝缘体上。

15. 如权利要求 9 所述的方法,其中,第一绝缘体包括多个绝缘膜,并且在第三步骤中,将第一开口形成为穿透所述多个绝缘膜。

16. 如权利要求 9 所述的方法,还包含:

形成第二导电构件的步骤,第二导电构件连接到插头,并且被设置在第一导电构件的和半导体衬底相对的一侧上,

其中,形成第二导电构件的步骤包括:形成构成第二导电构件的材料的膜的步骤,以及通过使用用于蚀刻的掩模图案蚀刻所述膜的步骤,所述掩模图案被设置在所述膜上。

17. 一种半导体器件制造方法,包含:

在制备包括第一区域和第二区域的半导体衬底之后,在第二区域上形成导电构件的第一步骤,在第一区域设置有多光电转换部,并且在第二区域设置有多用于处理来自所述多个光电转换部的信号的电路;

在第一区域和第二区域上形成第一绝缘体的第二步骤,其中,第一绝缘体在导电构件的较远离半导体衬底的较远侧上形成;

在第一绝缘体中形成多个第一开口,以使所述多个第一开口分别和所述多个光电转换部重叠的第三步骤,而第一绝缘体还位于要设置连接到导电构件的插头的位置;

在所述多个第一开口的每一个的内部以及第一绝缘体的一部分上形成第二绝缘体的第四步骤,第二绝缘体由和第一绝缘体的材料不同的材料制成,其中,第一绝缘体的所述一部分设置在第二区域上,并且第二绝缘体是波导构件;

去除第二绝缘体的第一和第二部分的第五步骤,第二绝缘体的所述第一和第二部分都被设置在第二区域上,第二绝缘体的第一部分在要形成插头之处,并且第二绝缘体的第二部分在距第二绝缘体的第一部分预先确定的距离内;

在第五步骤之后,在第二绝缘体上和设置在第二区域上方的第一绝缘体上形成第三绝缘体的第六步骤;

在第六步骤之后,在第一绝缘体中要设置插头的位置处以及在第三绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口的第七步骤;和

在第二开口中形成插头的第八步骤,

其中,第二开口的面积小于第二绝缘体的在第五步骤中被去除的第一和第二部分的面积,

第一绝缘体和第三绝缘体由相同的材料制成,并且

第一绝缘体包括多个绝缘膜,在第三步骤中第一开口被形成为穿透所述多个绝缘膜。

## 半导体器件制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体器件制造方法。

### 背景技术

[0002] 关于作为一种类型的半导体器件的固态图像拾取器件,近来已经提出一种包括光波导的固态图像拾取器件以提高入射在光电转换部 (portion) 上的光的量。

[0003] 日本特开 No. 2010-103458 公开了一种包括波导的固态图像拾取器件,所述波导由具有低折射率的包覆层和具有高折射率并掩埋在被所述包覆层包围的槽中的芯层构成。作为制造这种固态图像拾取器件的一种示范性方法,公开了一种在包覆层的整个表面上形成芯层的方法,在所述包覆层中,与光电转换部对应地形成开口。可用作芯层的材料的例子包括氮化硅膜 (SiN)、氮氧化硅膜 (SiON)、以及碳化硅膜 (SiC)。

[0004] 制造该固态图像拾取器件的现有技术方法在形成波导后形成用于电气上互连组成布线的导电构件的插头 (plug) 时有困难。更具体地,当形成了氮化硅膜 (SiN)、氮氧化硅膜 (SiON)、或者碳化硅膜 (SiC) 作为波导的芯层时,形成通孔以提供插头的步骤可能变得复杂。因此,利用现有技术形成通孔很困难。

### 发明内容

[0005] 本发明的一个实施例提供了一种半导体器件制造方法。所述方法包括:在制备包括第一区域和第二区域的半导体衬底之后,在第二区域上形成导电构件的第一步骤。所述方法包括在第一区域和第二区域上形成第一绝缘体的第二步骤,其中,第一绝缘体在导电构件的较远侧 (距半导体衬底的较远侧) 上形成。所述方法包括在第一绝缘体的第一部分中形成第一开口的第三步骤,其中,所述第一部分被设置于第一区域上,而第一绝缘体处于要设置连接到导电构件的插头的位置。所述方法包括在第一开口内以及第一绝缘体的第二部分上形成第二绝缘体的第四步骤,其中,所述第二部分设置在第二区域上。第二绝缘体由和第一绝缘体的材料不同的材料制成。所述方法包括去除第二绝缘体的第一和第二部分以使第一绝缘体暴露的第五步骤。第二绝缘体的第一部分和第二部分都被设置在第二区域上。插头要设置在要设置第二绝缘体的第一部分的区域中。第二绝缘体的第二部分是其在距第二绝缘体的第一部分预先确定的距离内的部分。所述方法包括在第五步骤之后,在第一绝缘体中要设置插头的位置处形成第二开口的第六步骤。所述方法包括在第二开口中形成插头的第七步骤。第二开口的面积小于第二绝缘体的在第五步骤中被去除的第一和第二部分的面积。

[0006] 本发明的另一实施提供提供了一种半导体器件制造方法。所述方法包括:在制备包括第一区域和第二区域的半导体衬底之后,在第二区域上形成导电构件的第一步骤,在第一区域设置多个光电转换部,并且在第二区域设置用于处理来自所述多个光电转换部的信号的电路。所述方法包括在第一区域和第二区域上形成第一绝缘体的第二步骤,其中,第一绝缘体在导电构件的较远侧 (距半导体衬底更远侧) 上形成。所述方法包括在第一绝缘体的

第一部分中形成多个第一开口,以使所述多个第一开口分别和所述多个光电转换部重叠的第三步骤,而第一绝缘体还位于要设置连接到导电构件的插头的位置。所述方法包括在所述多个第一开口的内部以及第一绝缘体的第二部分上形成第二绝缘体的第四步骤,其中第二部分设置在第二区域上。第二绝缘体由和第一绝缘体的材料不同的材料制成。所述方法包括去除第二绝缘体的第一和第二部分以使第一绝缘体暴露的第五步骤。第二绝缘体的第一和第二部分都设置在第二区域上。插头要设置在设置第二绝缘体的第一部分的区域中。第二绝缘体的第二部分在距第二绝缘体的第一部分预先确定的距离内。所述方法包括在第五步骤之后,在要设置插头的位置处的第一绝缘体中形成第二开口的第六步骤。所述方法包括在第二开口中形成插头的第七步骤。第二开口的面积小于第二绝缘体的在第五步骤中被去除的第一和第二部分的面积。

[0007] 参考附图,从下列示范性实施例的描述,本发明进一步的特征将变得清晰。

#### 附图说明

- [0008] 图 1A 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0009] 图 1B 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0010] 图 1C 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0011] 图 2A 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0012] 图 2B 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0013] 图 2C 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0014] 图 3A 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0015] 图 3B 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0016] 图 3C 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0017] 图 4A 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0018] 图 4B 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0019] 图 4C 根据第一实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0020] 图 5 是根据第一实施例的固态图像拾取器件的平面结构的示意图。
- [0021] 图 6A 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0022] 图 6B 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0023] 图 6C 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0024] 图 7A 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0025] 图 7B 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0026] 图 7C 根据第二实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0027] 图 8A 根据第三实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0028] 图 8B 根据第三实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0029] 图 8C 根据第三实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0030] 图 9A 根据第四实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0031] 图 9B 根据第四实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0032] 图 9C 根据第四实施例示出了制造固态图像拾取器件的方法。
- [0033] 图 10 是根据第五实施例的固态图像拾取器件的剖视图结构的示意图。

[0034] 图 11A 是根据第六实施例的固态图像拾取器件的一个平面结构的示意图。

[0035] 图 11B 是根据第六实施例的固态图像拾取器件的另一平面结构的示意图。

[0036] 图 11C 是根据第六实施例的固态图像拾取器件的又一平面结构的示意图。

### 具体实施方式

[0037] 本发明涉及半导体器件制造方法。本发明的实施例可被应用于例如制造固态图像拾取器件的方法。固态图像拾取器件是一种包括其上设置多个光电转换部的半导体衬底的半导体器件。

[0038] 下面将结合制造固态图像拾取器件的方法通过示例描述本发明的实施例。半导体衬底 101 包括其中设置了多个光电转换部 105 的图像拾取区域 103 和其中设置了用于处理来自光电转换部 105 的信号的外围区域 104。组成用于信号处理电路的布线的导电构件被设置在外围区域 104 中。绝缘体被设置在半导体衬底 101 上。绝缘体包括例如多个第一到第五层间绝缘膜 113a 到 113e。第五层间绝缘膜 113e 被设置在第二布线层 112b 中所包括的导电构件上。

[0039] 在绝缘体中形成多个开口 116。在绝缘体中,在分别覆盖多个光电转换部 105 的位置处形成多个开口 116。可以在图像拾取区域 103 中设置大量的光电转换部 105。在这种状态下,第五层间绝缘膜 113e 被留在第二布线层 112b 中所包括的导电构件上。

[0040] 接着,在其中形成了开口的绝缘体上形成第一波导构件 118。第一波导构件 118 被形成填充开口 116 的内部。此外,在被设置于外围区域 104 上的绝缘体上形成第一波导构件 118。此时,不要求开口 116 的内部被用第一波导构件 118 完全填充。在开口 116 内的一部分中可能留下空隙(void)。形成第一波导构件 118 的材料和形成第五层间绝缘膜 113e 的材料不同。

[0041] 第一波导构件 118 的从上方来看被设置在外围区域 104 中(即在外围区域 104 上方)的部分被去除。例如,蚀刻或者剥离(liftoff)可被用作去除第一波导构件 118 的方法。该方法正是用来从如俯视图中所观察的包括以下位置的区域中去除第一波导构件 118 的该部分的方法:在所述位置,要设置用于电气连接第二布线层 112b 中的导电构件和第三布线层 121c 中的导电构件的插头 121,并且所述位置位于距相关位置预先确定的距离以内。第一波导构件 118 的设置于外围区域 104 中的该部分可以大部分被去除。在一个实施例中,第一波导构件 118 的设置于外围区域 104 中的该部分被完全去除。可以根据插头 121 的直径确定上面提到的预先确定的距离。作为替代,可以根据半导体工艺中的叠加准确度、最小设计尺寸等确定所述预先确定的距离。

[0042] 而且,第一波导构件 118 可以被沿其深度方向完全去除。换句话说,第一波导构件 118 可以被去除到直到暴露下面的第五层间绝缘膜 113e 为止。

[0043] 此后,在第五层间绝缘膜 113e 中,在要设置用于电气连接第二布线层 112b 中的导电构件和第三布线层 121c 中的导电构件的插头 121 的位置形成通孔 125。在形成通孔 125 之前,可以在第五层间绝缘膜 113e 上形成另一绝缘体。在该情况下,也可以在其它绝缘体中形成通孔 125。

[0044] 通孔 125 具有比第一波导构件 118 的被去除部分的面积更小的面积。在本说明书中,除非另外规定,否则术语“面积”意味着当在和半导体衬底 101 和与半导体衬底 101 接

触设置的绝缘体之间的界面平行（即平行于半导体衬底 101 的主表面 102）的平面中观看相关区时确定的面积。例如，当通孔 125 被投影到某个平面上时，通孔 125 的面积被设置为通孔 125 在相关平面上的投影区域的面积。

[0045] 利用根据本实施例的制造方法，有可能更容易形成其中要设置插头 121 的通孔 125。下面简要地讨论原因。第一波导构件 118 由和第五层间绝缘膜 113e 的材料不同的材料形成。这是因为通过把被掩埋在开口 116 中的第一波导构件 118 的折射率设成高于包围开口 116 的层间绝缘膜的折射率来形成光波导。当不同材料被堆叠时，如上所述，在要形成通孔 125 的位置，通过执行多个不同条件下的工艺形成通孔 125。换句话说，在形成通孔 125 之前，通过去除第一波导构件 118 的位于要形成通孔 125 的位置处的以及在距要形成通孔 125 的位置预先确定的距离内的那部分，可以更容易地形成通孔 125。

[0046] 如上所述，本发明的实施例可被应用于在按叠加（覆盖）关系设置不同材料的位置处形成通孔的情况。

[0047] 虽然对电子是信号电荷的情况做出了下列描述，但是信号电荷可以是空穴。当空穴是信号电荷时，仅通过反转每个半导体区域的导电类型，下面的描述就可类似地适用。

[0048] 第一实施例

[0049] 下面将参考附图描述根据本发明第一实施例的制造固态图像拾取器件的方法。图 1A 到图 4C 是在根据第一实施例的制造方法的连续步骤中的固态图像拾取器件的剖面结构的示意图。

[0050] 固态图像拾取器件 100 包括半导体衬底 101。在组成固态图像拾取器件的部件中，半导体衬底 101 是由半导体材料制成的部分。半导体衬底包括通过在半导体晶圆中利用普通半导体制造工艺形成半导体区域所获取的衬底。例如，半导体材料是硅。半导体材料和其它材料之间的界面是半导体衬底 101 的主表面 102。其它材料是例如设置在半导体衬底上的与半导体衬底相接触的热氧化膜。

[0051] 在本实施例中，普通半导体衬底可被用作半导体衬底 101。P 型半导体区域和 N 型半导体区域被设置在半导体衬底 101 中。附图标记 102 代表半导体衬底 101 的主表面。在本实施例中，半导体衬底 101 的主表面 102 由半导体衬底 101 和堆叠在半导体衬底 101 上的热氧化膜（未示出）之间的界面提供。半导体衬底 101 包括设置了多个像素的图像拾取区域 103 和设置了用于处理来自这些像素的信号的信号处理电路的外围区域 104。稍后描述图像拾取区域 103 和外围区域 104。

[0052] 要注意，在本说明书中，术语“平面 (plane)”意味着平行于主表面 102 的平面。例如，设置光电转换部（稍后描述）的区域中的主表面 102、或者 MOS 晶体管的沟道中的主表面 102 可以被视作基准。在本说明书中，术语“剖面”意味着和所述“平面”交叉的平面。

[0053] 在获取图 1A 中所示的结构之前的步骤中，在半导体衬底 101 中形成半导体区域，并且在半导体衬底 101 上形成栅极电极和多层布线。在半导体衬底 101 的图像拾取区域 103 中，形成光电转换部 105、浮动扩散（此后简称为“FD”）106 和阱 107 中的用于像素晶体管的源极 / 漏极区域。光电转换部 105 分别为例如光电二极管的形式。光电转换部 105 包括设置在半导体衬底 101 中的 N 型半导体区域。由光电转换产生的电子被收集在光电转换部 105 的 N 型半导体区域中。FD106 由另一 N 型半导体区域制成。在光电转换部 105 中产生的电子被转移到 FD106，并被转换为电压。FD106 在电气上连接到放大部的输入节点。或

者,FD106 可以在电气上连接到信号输出线。在本实施例中,FD106 通过插头 114 在电气上连接到放大晶体管的栅极电极 110b。在用于像素晶体管的阱 107 中,形成用于放大信号的放大晶体管的源极和漏极区域、用于复位放大晶体管的输入节点的复位晶体管的源极和漏极区域等。在半导体衬底 101 的外围区域 104 中形成用于外围晶体管的阱 108。在用于外围晶体管的阱 108 中,形成构成信号处理电路的外围晶体管的源极和漏极区域。此外,在半导体衬底 101 中可以形成元件隔离部 109。元件隔离部 109 在电气上把像素晶体管或者外围晶体管与其它元件隔离。元件隔离部 109 通过例如 STI(浅沟槽隔离)或 LOCOS(局部硅氧化)形成。

[0054] 此外,在获取图 1A 中所示的结构之前的步骤中,形成转移栅极电极 110a 和栅极电极 110b。转移栅极电极 110a 和栅极电极 110b 被设置在半导体衬底 101 上,并且氧化物膜(未示出)介于其间。每个转移栅极电极 110a 控制电荷在光电转换部 105 和 FD 106 之间的转移。栅极电极 110b 起到像素晶体管和外围晶体管的相应栅极的作用。

[0055] 而且,在获取图 1A 中所示的结构之前的步骤中,在半导体衬底 101 上形成保护层 111。保护层 111 是例如氮化硅膜。保护层 111 可以由包括如氮化硅膜和氧化硅膜的多个层构成。而且,保护层 111 可以具有减小在后续步骤中可能作用于光电转换部的破坏的功能。或者,保护层 111 可以具有抗反射功能。或者,保护层 111 可以具有在硅化物(silicide)形成步骤中防止金属的扩散的功能。此外,在保护层 111 的与半导体衬底 101 相反一侧的表面上形成蚀刻终止构件 117。蚀刻终止构件 117 可以具有比稍后步骤中形成的开口 116 的底部面积更大的面积。要注意,不一定需要保护层 111 和蚀刻终止构件 117。

[0056] 然后,形成第一布线层 112a、第二布线层 112b 和多个层间绝缘膜 113a 到 113e。在本实施例中,第一布线层 112a 和第二布线层 112b 由嵌入式工艺(damascene process)形成。为了说明方便,从最靠近半导体衬底的一侧起,所述多个层间绝缘膜被依次称作第一到第五层间绝缘膜 113a 到 113e。

[0057] 在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成第一层间绝缘膜 113a。第一层间绝缘膜 113a 的与半导体衬底 101 相反一侧的表面可以被平整化。在第一层间绝缘膜 113a 中形成通孔。用于电气连接第一布线层 112a 中的导电构件和半导体衬底 101 的半导体区域的插头 114 被设置在通孔中。插头 114 分别由导电材料制成。插头 114 由例如钨制成。

[0058] 接着,在第一层间绝缘膜 113a 的和半导体衬底 101 相反那侧的表面上形成第二层间绝缘膜 113b。第二层间绝缘膜 113b 的对应于要设置第一布线层 112a 中的导电构件的区域的部分通过蚀刻被去除。此后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成起到第一布线层 112a 的材料的作用的金属膜。此后,通过例如 CMP(化学机械抛光)去除金属膜,直到第二层间绝缘膜 113b 暴露为止。利用上述过程,组成第一布线层 112a 中的布线的导电构件以预先确定的图案被设置。

[0059] 然后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中依次形成第三层间绝缘膜 113c 和第四层间绝缘膜 113d。第四层间绝缘膜 113d 的对应于要设置第二布线层 112b 中的导电构件的区域的部分通过蚀刻被去除。接着,第三层间绝缘膜 113c 的对应于要设置插头的区域的部分通过蚀刻被去除,所述插头用于电气连接第一布线层 112a 中的导电构件和第二布线层 112b 中的导电构件。此后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成充当第二布线层 112b 和插头两者的材料的金属膜。此后,通过例如 CMP 去除金属膜,直到第四层间绝缘

膜 113d 暴露为止。利用上述过程,获得了用于第二布线层 112b 的布线图案和用于插头的图案。或者,在形成第三层间绝缘膜 113c 和第四层间绝缘膜 113d 之后,对应于要设置插头的区域的部分可通过蚀刻较早被去除,所述插头用于电气连接第一布线层 112a 中的导电构件和第二布线层 112b 中的导电构件。

[0060] 最后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成第五层间绝缘膜 113e。第五层间绝缘膜 113e 的和半导体衬底 101 相反那侧的表面可以通过例如 CMP 平整化。

[0061] 第一布线层 112a 和第二布线层 112b 可以通过嵌入工艺以外的某种其它方法形成。下面描述除嵌入工艺以外的方法的一个例子。在形成第一层间绝缘膜 113a 之后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成充当第一布线层 112a 的材料的金属膜。接着,通过蚀刻去除该金属膜的除了要设置第一布线层 112a 中的导电构件的区域以外的部分。结果,获得用于第一布线层 112a 的布线图案。然后,在形成第二层间绝缘膜 113b 和第三层间绝缘膜 113c 之后,以类似的方式形成第二布线层 112b。在形成第二布线层 112b 之后,形成第四层间绝缘膜 113d 和第五层间绝缘膜 113e。第三层间绝缘膜 113c 和第五层间绝缘膜 113e 的和半导体衬底 101 相反那侧的表面可以分别被平整化。

[0062] 第一布线层 112a 和第二布线层 112b 被设置在距作为基准的半导体衬底 101 的主表面不同的高度。在本实施例中,第一布线层 112a 和第二布线层 112b 两者中的导电构件都由铜制成。导电构件可以由铜以外的材料制成,只要该材料是导电的。除了通过插头在电气上互连的部分以外,第一布线层 112a 中的导电构件和第二布线层 112b 中的导电构件被第三层间绝缘膜 113c 彼此绝缘。要注意,布线层的数量不限于两个,并且布线层可以被形成成为单个层,或者三个或更多个层。

[0063] 在层间绝缘膜中的相邻两个之间,可以设置蚀刻终止膜、防金属扩散膜、或者既具有蚀刻终止功能也具有防金属扩散功能的膜。在本实施例中,多个层间绝缘膜 113a 到 113e 均为氧化硅膜。氮化硅膜充当氧化硅膜的蚀刻终止膜。因此,蚀刻终止膜 115 被设置在层间绝缘膜中的相邻两个之间。不一定需要设置蚀刻终止膜 115。

[0064] 在图 1B 中所示的步骤中,开口 116 分别被形成穿过多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的相应区域,这些区域被定位为覆盖光电转换部 105。在设置了防扩散膜 115 的情况下,在防扩散膜 115 的对应于光电转换部 105 的区域中也形成开口。

[0065] 首先,用于蚀刻的掩模图案(未示出)被层叠在第五层间绝缘膜的在和半导体衬底 101 相反那侧上的表面上。在除了要设置开口 116 的区域以外的区域形成用于蚀刻的掩模图案。换句话说,用于蚀刻的掩模图案在要设置开口 116 的区域中具有开口。用于蚀刻的掩模图案是例如通过光刻和显影被图案化的光致抗蚀剂。

[0066] 然后,在用于蚀刻的掩模图案被用作掩模时,蚀刻多个层间绝缘膜 113a 到 113e 以及防扩散膜 115。结果,形成开口 116。或者,通过在不同条件下把蚀刻重复若干次来形成开口 116。在蚀刻之后可以去除用于蚀刻的掩模图案。

[0067] 当设置了蚀刻终止构件 117 时,按图 1B 中所示的步骤执行蚀刻,直到蚀刻终止构件 117 暴露为止。在一个实施例中,在用于蚀刻第一层间绝缘膜 113a 的条件下,蚀刻终止构件 117 的蚀刻速率被设得小于第一层间绝缘膜 113a 的蚀刻速率。当第一层间绝缘膜 113a 是二氧化硅膜时,蚀刻终止构件 117 可以是氮化硅膜或者氮氧化硅膜。此外,通过在不同条件下重复蚀刻若干次,可以使蚀刻终止构件 117 暴露。

[0068] 关于开口 116 的剖面形状,不一定要求开口 116 穿透所有的第一到第五层间绝缘膜 113a 到 113e。开口 116 可以是在第一到第五层间绝缘膜 113a 到 113e 中形成的凹陷。开口 116 具有使开口 116 的边界具有例如圆形或者矩形的闭环的平面形状(plan shape)。或者,开口 116 的平面形状可以是在两个或更多个光电转换部 105 上延伸的槽状形状。因此,在本说明书中,在某个平面中,当未设置第五层间绝缘膜 113e 的区域被设置了第五层间绝缘膜 113e 的区域包围,或者夹在该区域之间时,即第五层间绝缘膜 113e 具有开口 116。

[0069] 当在俯视图中观看开口 116 时,至少开口 116 的一部分被定位成和光电转换部 105 重叠。换句话说,当开口 116 和光电转换部 105 被投影到相同平面上时,开口 116 和光电转换部 105 两者的投影区域在该相同平面中相互重叠。

[0070] 在本实施例中,在和光电转换部 105 重叠的区域中形成开口 116,并且在外围区域 104 中不形成开口 116。但是,可以在外围区域 104 中形成开口 116。在这种情况下,在图像拾取区域 103 中形成的开口 116 的密度可被设得高于在外围区域 104 中形成的开口 116 的密度。开口 116 的密度可以被确定为每单位面积设置的开口 116 的数量。或者,开口 116 的密度可以被确定为开口 116 所占据的面积的比例。

[0071] 在图 1C 中所示的步骤中,在开口 116 内和第五层间绝缘膜 113e 上形成第一波导构件 118。更具体地,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成了第一波导构件 118。例如,可以通过膜形成工艺,例如 CVD(化学气相沉积)或者溅射,或者通过涂敷例如由基于聚酰亚胺的高分子聚合物(high polymer)代表的有机材料,来形成第一波导构件 118。可以在不同条件下通过多个步骤形成第一波导构件 118。在这种情况下,例如,可以在第一步骤中在适于提高针对下方层的粘附性的条件下形成第一波导构件 118,并且可以在后续步骤中在适于改善填充开口 116 的内部的特性的条件下形成第一波导构件 118。或者,可以通过按顺序形成不同类型的材料形成第一波导构件 118。例如,可以通过首先淀积氮化硅膜,然后淀积具有更高填充特性的有机材料来形成第一波导构件 118。当在图 1B 的步骤中已经将第一层间绝缘膜 113a 蚀刻到暴露蚀刻终止构件 117 时,第一波导构件 118 被设置成与蚀刻终止构件 117 相接触。

[0072] 第一波导构件 118 的材料具有比层间绝缘膜 113a 到 113e 的材料更高的折射率。当层间绝缘膜 113a 到 113e 是氧化硅膜时,第一波导构件 118 的材料可以是例如氮化硅膜或者基于聚酰亚胺的有机材料。氮化硅膜的折射率是大约 2.0。周围氧化硅膜的折射率是大约 1.4。因此,根据斯涅尔定律(Snell's law),光在第一波导构件 118 和每一层间绝缘膜 113a 到 113e 之间的界面被反射。结果,光可以被封闭在第一波导构件 118 内部。此外,氮化硅膜的氢含量可被提高以使衬底中的悬空键被氢补充效应(hydrogen supply effect)终止。这在降低噪声,例如白缺陷上是有效的。基于聚酰胺的有机材料的折射率是大约 1.7。基于聚酰亚胺的有机材料的填充特性优于氮化硅膜的填充特性。考虑例如折射率的差别的光学特性和从制造工艺角度的有益效果之间的平衡,可以适当地选择第一波导构件 118 的材料。

[0073] 下面将描述多个层间绝缘膜 113a 到 113e 和被填充在开口 116 中的第一波导构件 118 之间的位置关系。在某个平面中,设置有第一波导构件 118 的区域被设置有多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的区域包围或者夹在该区域之间。换句话说,多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的相应的第一部分、其不同于第一部分的相应的第二部分、以及填充在开口 116 中的

第一波导构件 118 沿着和光电转换部 105 以及填充在开口 116 中的第一波导构件 118 成直线定位的方向交叉的方向成直线定位。和光电转换部 105 以及填充在开口 116 中的第一波导构件 118 按直线定位的方向交叉的方向是,例如,平行于半导体衬底 101 的主表面 102 的方向。

[0074] 第一波导构件 118 被设置在覆盖半导体衬底 101 上的光电转换部 105 的位置。多个层间绝缘膜 113a 到 113e 围绕第一波导构件 118 设置。形成第一波导构件 118 的材料的折射率可以高于形成多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的材料的折射率。利用该折射率的关系,在入射在第一波导构件 118 上的光中,泄漏到多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的光的量可被减少。因此,当第一波导构件 118 的至少一部分被设置成和光电转换部 105 重叠时,入射在光电转换部 105 上的光的量可被增加。

[0075] 第一波导构件 118 的折射率不需要总是高于多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的折射率。只要入射在第一波导构件 118 上的光不泄漏到周围的绝缘体,第一波导构件 118 就可以起到光波导的作用。例如,在开口 116 的内部侧壁上可以形成用于反射入射光的反射构件,并且第一波导构件 118 可以被填充在开口 116 的剩余的内部。或者,在填充在开口 116 中的第一波导构件 118 和多个层间绝缘膜 113a 到 113e 之间可以存在气隙。该气隙可保持为真空状态,或者,可以用气体填充。在这种情况下,形成第一波导构件 118 的材料的折射率和形成多个层间绝缘膜 113a 到 113e 的材料的折射率之间可按任意大小关系来设置。

[0076] 在本实施例中,在第二布线层 112b 上的导电构件上设置氧化硅膜作为第五层间绝缘膜 113e。此外,在第五层间绝缘膜 113e 上设置氮化硅膜作为第一波导构件 118。但是,设置在第二布线层 112b 中的导电构件上的绝缘体不限于氧化硅膜。又例如,在第二布线层 112b 中的导电构件上可以形成 SiC,并且可以在 SiC 上形成氮化硅膜作为第一波导构件 118。SiC 的电阻率比导电构件的电阻率低得多,并且 SiC 能够充分地起到绝缘体的作用。

[0077] 接着,在图 2A 中所示的步骤中,去除第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分。首先,在第一波导构件 118 上层叠蚀刻掩模(未示出)。蚀刻掩模在对应于外围区域 104 的位置处具有开口。然后,通过蚀刻去除第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分。

[0078] 此时,第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分被蚀刻为使得第一波导构件 118 以预先确定的膜厚度被保留。利用以预先确定的膜厚度存在的第一波导构件 118,蚀刻可能作用在半导体衬底侧上的破坏能够被减少。作为替代,第一波导构件 118 可被去除到暴露第五层间绝缘膜 113e 为止。

[0079] 在本实施例中,第一波导构件 118 的设置在整个外围区域 104 上的部分被蚀刻。换句话说,在外围区域 104 中不设置蚀刻掩模。因此,可以蚀刻相对较大的面积。但是,第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分可以被局部去除。这里,术语“面积”意味着在平面中测量的面积。

[0080] 去除第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分的方法不限于蚀刻。例如,可以使用剥离来去除第一波导构件 118 的该部分。在剥离的情况下,更具体地,在形成第一波导构件 118 之前,在外围区域 104 中形成下层膜。通过在形成第一波导构件 118 之后去除下层膜,设置在下层膜上的第一波导构件 118 也被同时去除。

[0081] 在图 2A 中所示的步骤中,也可以去除第一波导构件 118 的设置图像拾取区域

103 中的部分。

[0082] 在图 2B 中所示的步骤中,在第一波导构件 118 的和半导体衬底 101 相反侧的表面上形成了第二波导构件 122。在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中形成第二波导构件 122。在本实施例中,形成第一波导构件 118 的步骤和形成第二波导构件 122 的步骤彼此不同在于:去除第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的部分的步骤在形成第二波导构件 122 之前已被执行。因此,可以通过使用和第一波导构件 118 的材料相同的材料来形成第二波导构件 122。此外,第二波导构件 122 可以用和形成第一波导构件 118 相同的方式形成。或者,可以通过使用和第一波导构件 118 不同的材料形成第二波导构件 122,并且可以按和形成第一波导构件 118 不同的方式形成第二波导构件 122。

[0083] 在本实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 由相同的材料制成。更具体地,第二波导构件 122 由氮化硅制成。在这种情况下,第二波导构件 122 可以通过 CVD 或者溅射形成。作为替代,可以通过涂敷由基于聚酰亚胺的高分子聚合物代表的有机材料形成第二波导构件 122。

[0084] 在本实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 都通过 CVD 形成。但是,CVD 的工艺条件在这两种情况中是不同的。可以通过在不同条件下执行多个步骤来形成第二波导构件 122。此外,通过按顺序涂敷多个不同类型的材料可以形成第二波导构件 122。

[0085] 图 2C 示出了在形成第二波导构件 122 之后的平整化步骤。在本实施例中,第二波导构件 122 的和半导体衬底 101 相反侧的表面通过 CMP 被平整化。可以通过普通方法之一执行平整化。例如,可以通过抛光或蚀刻来执行平整化。通过平整化可以使第一波导构件 118 或者位于在比第二波导构件 122 更靠近半导体衬底 101 的一侧上的某个其它构件暴露。在本实施例中,第一波导构件 118 在外围区域 104 中被暴露。第二波导构件 122 在图像拾取区域 103 中被保留。但是,第二波导构件 122 在外围区域 104 中也可以被保留。

[0086] 在图 2C 中示出的步骤中,不一定要求第二波导构件 122 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面被完全平整化。通过平整化步骤,减少在平整化之前第二波导构件 122 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面的高度差 (level difference)。例如,在平整化之后,在外围区域 104 中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的总膜厚度在 200nm 到 500nm 的范围中。并且,在平整化之后,在图像拾取区域 103 的不设置开口 116 的区段 (zone) 中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的总膜厚度在 50nm 到 350nm 的范围中。

[0087] 在本实施例中,当执行平整化时,第二波导构件 122 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面是暴露的。当在第二波导构件 122 上形成另一构件时,所述另一构件的暴露表面被平整化。

[0088] 在图 3A 中所示的步骤中,形成低折射率构件 123。低折射率构件 123 的折射率比这样的构件的折射率低;该构件设置在比低折射率构件 123 更靠近半导体衬底 101 的一侧上并且被定位成和低折射率构件 123 相接触。换句话说,设置在比低折射率构件 123 更靠近半导体衬底 101 的一侧上并且被定位成和低折射率构件相接触的构件是在形成低折射率构件 123 时暴露的构件。在本实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 都对应于上面提到的构件。因此,在本实施例中,低折射率构件 123 的折射率比第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的折射率低。在实践中,低折射率构件 123 由氮氧化硅膜形成。氮氧化硅膜具有约 1.72 的折射率。要注意,不一定需要低折射率构件 123。当不设置低折射率

构件 123 时,可以省略图 3A 中所示的步骤。

[0089] 在图 3B 中所示的步骤中,去除第一波导构件 118 的在外围区域 104 中形成的部分,去除第二波导构件 122 的在外围区域 104 中形成的部分,或者去除这两部分。具体地说,在这个步骤中,可以去除相应部分中的设置在要设置插头 121 (稍后描述) 的位置处的、和设置在距要设置插头 121 的位置预先确定的距离以内的第一波导构件 118 和第二波导构件 122。此外,当设置有低折射率构件 123 时,还去除低折射率构件 123 的设置在在外围区域 104 中的部分。

[0090] 取决于在这个步骤之前的步骤,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 其中之一可能没有被设置在外围区域 104 中。在这种情况下,去除第一波导构件 118 和第二波导构件 122 中的被设置在外围区域 104 中的那个。

[0091] 通过使用普通方法之一可以执行去除步骤。在本实施例中,第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123 的形成在外围区域 104 中的相应部分通过例如蚀刻而被去除。

[0092] 在这个步骤中,第一波导构件 118 的形成在图像拾取区域 103 中的部分可被去除。

[0093] 在图 3C 中所示的步骤中,形成第七层间绝缘膜 124。第七层间绝缘膜 124 由和第五层间绝缘膜 113e 的材料相同的材料形成。第七层间绝缘膜 124 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面在必要时可以被平整化。

[0094] 在图 4A 中所示的步骤中,在第七层间绝缘膜 124 中、在覆盖第二布线层 112b 中预先确定的导电构件的位置形成通孔 125。例如,通过蚀刻第七层间绝缘膜 124 和第五层间绝缘膜 113e 形成通孔 125。

[0095] 在获得图 4B 中所示的结构之前的步骤中,形成第三布线层 121c 和层内透镜 120。首先,在通孔 125 中形成插头 121。插头 121 在电气上连接第二布线层 112b 中的预先确定的导电构件和第三布线层 121c 中的预先确定的导电构件。插头 121 由例如钨制成。插头 121 的材料可有选择地选取,只要该材料是导电的。

[0096] 接着,形成第三布线层 121c。在本实施例中,第三布线层 121c 中的导电构件由铝制成。可以通过适当使用上面在形成第一布线层 112a 或者第二布线层 112b 的步骤中已经描述过的方式形成第三布线层 121c。第三布线层 121c 中的导电构件可以由除了铝以外的材料制成。

[0097] 此外,在获取图 4B 中所示的结构之前的步骤中,形成多个层内透镜 120。多个层内透镜 120 分别对应于光电转换部 105 设置。多个层内透镜 120 分别由例如氮化硅膜形成。可以通过使用普通方法之一形成层内透镜 120。在本实施例中,形成层内透镜 120 的材料也被设置在外围区域 104 中。但是,形成层内透镜 120 的材料可以只设置在图像拾取区域 103 中。

[0098] 在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间,可以设置居间构件,所述居间构件具有在前两者的折射率之间的居间折射率。在本实施例中,在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间设置氮氧化硅膜(未示出)。更具体地,氮化硅膜(即,层内透镜 120)的折射率是大约 2.00,氮氧化硅膜(即,居间构件)的折射率是大约 1.72,氧化硅膜(即,第七层间绝缘膜 124)的折射率是大约 1.45。

[0099] 上面描述的排列在降低反射率上是有效的。下面简要讨论这一点。一般地,当光从

具有折射率  $n_1$  的介质传播到具有折射率  $n_2$  的介质时,反射率随  $n_1$  和  $n_2$  之间的差增大而增大。当在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间设置具有居间折射率的居间构件时,在相邻两个构件之间的界面处的折射率的差被减小。结果,和当层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 被彼此直接接触地设置时相比,当光从层内透镜 120 进入第七层间绝缘膜 124 时的反射率可被减小。类似地,利用在第七层间绝缘膜 124 和第二波导构件 122 之间提供具有在前两者的折射率之间的居间折射率的低折射率构件 123,在相邻两个构件之间的界面处的折射率的差被减小。结果,当光从第七层间绝缘膜 124 进入第二波导构件 122 时的反射率可被降低。

[0100] 从提供居间构件导致的反射率的降低程度依赖于居间构件的膜厚度  $d$ 、居间构件的折射率  $N$  和入射光的波长  $p$  之间的关系而改变。原因是来自多个界面的多次反射光相互抵消。理论上,给定  $k$  是等于或大于 0 的任意整数,则当满足由下面的公式 (1) 表示的条件时反射率被最小化:

$$[0101] \quad d = \frac{p}{4N} (2k+1) \dots (1)$$

[0102] 换句话说,在理论上当居间构件的膜厚度是  $p/4N$  的奇数倍时反射率被最小化。因此,可以根据上面的公式 (1) 设置居间构件的膜厚度。具体来说,居间构件的膜厚度满足下列公式 (2)。在一个实施例中,在公式 (2) 中满足  $k = 0$ 。

$$[0103] \quad \frac{p}{4N} (2k+0.5) < d < \frac{p}{4N} (2k+1.5) \dots (2)$$

[0104] 这里假设,例如,第七层间绝缘膜 124 的折射率是 1.45、居间构件的折射率是 1.72、层内透镜 120 的折射率是 2.00 并且入射光的波长是 550nm 的例子。在该条件下,当居间构件的膜厚度是 80nm 时,从层内透镜 120 透射到第七层间绝缘膜 124 的光的透射率是大约 1.00。在另一方面,当层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 彼此直接接触地设置时,透射率是大约 0.97。

[0105] 在获取图 4C 中所示的结构之前的步骤中,形成彩色滤光片 127a 和 127b 以及微透镜 128。首先,在层内透镜 120 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面上形成第八绝缘膜 126。第八绝缘膜 126 由例如有机材料制成。第八绝缘膜 126 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面被平整化。例如,通过涂敷用来形成第八绝缘膜 126 的有机材料,可以形成在和半导体衬底 101 相反侧上具有平整化表面的第八绝缘膜 126。

[0106] 接着,形成彩色滤光片 127a 和 127b。彩色滤光片 127a 和 127b 和光电转换部 105 对应地设置。穿过彩色滤光片 127a 的光的波长可以和穿过彩色滤光片 127b 的光的波长不同。然后,在彩色滤光片 127a 和 127b 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面上形成微透镜 128。通过使用普通方法之一可以形成微透镜 128。

[0107] 图 5 是根据第一实施例的固态图像拾取器件的平面结构的示意图。在图 1A 到图 4C 中示出了沿图 5 中的线 I、II、III、IV-I、II、III、IV 所取的剖面。

[0108] 在图 5 中,固态图像拾取器件 100 包括图像拾取区域 103 和外围区域 104。图像拾取区域 103 还可以包括光接收区域 103a 和光屏蔽区域 103b。多个像素二维地排列在图像拾取区域 103 中。排列在光屏蔽区域 103b 中的像素的光电转换部针对光被屏蔽。来自光屏蔽区域 103b 中的像素的信号可被用作黑电平的基准。

[0109] 外围区域 104 是除了图像拾取区域 103 以外的区域。在本实施例中,在外围区域 104 中设置了垂直扫描电路 302、水平扫描电路 303、列放大器 304、列 ADC(模数转换器)305、存储器 306、定时产生器 307 和多个焊盘 308。这些电路等起到处理来自像素的信号的作用。这些电路等中的某些电路可以被省去。

[0110] 在本实施例中,第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123 被去除的区域被表示为图 5 中虚线外部的区域 301。当第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123 至少被去除其位于距形成通孔 125 的区域预先确定的距离以内的部分时,能够获得根据本发明实施例的有益效果。

[0111] 此外,当第一波导构件 118 的介电常数高于第五层间绝缘膜 113e 的介电常数时,外围区域 104 的大部分被提供为上面提到的区域 301,如图 5 所示。在一个实施例中,整个外围区域 104 被提供为区域 301。原因是通过去除具有高介电常数的第一波导构件 118 的大部分,能够减小布线之间的寄生电容。类似地,当第一波导构件 118 的介电常数高于第七层间绝缘膜 124 的介电常数时,外围区域 104 的大部分被提供为上面提到的区域 301,如图 5 中所示。在一个实施例中,整个外围区域 104 被提供为区域 301。原因是,通过去除具有高介电常数的第一波导构件 118 的大部分,能够减小布线之间的寄生电容。

[0112] 利用根据本发明实施例的制造方法,形成其中要设置插头 121 的通孔 125 变得更容易。下面简要讨论原因。如果在形成第七层间绝缘膜 124 之前不去除第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123,则第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123 存在于第五层间绝缘膜 113e 和第七层间绝缘膜 124 之间。给定这样的结构,在某些情况下,在适于各层的不同条件下执行去除步骤(例如,蚀刻步骤)以形成通孔 125。相反,通过在形成第七层间绝缘膜 124 之前去除第一波导构件 118、第二波导构件 122 和低折射率构件 123,然后形成第七层间绝缘膜 124,第五层间绝缘膜 113e 和第七层间绝缘膜 124 在要形成通孔 125 的区域中彼此接触地设置。因此,通过使用相同的材料形成第五层间绝缘膜 113e 和第七层间绝缘膜 124,能够利用一个处理执行形成通孔 125 的步骤。因此,通孔 125 能够通过两个去除步骤形成,包括之前的去除第一波导构件 118 的步骤。结果,能够更容易地形成通孔 125,并且制造步骤被简化。

[0113] 第二实施例

[0114] 下面将参考图 6A 到图 7C 描述根据本发明第二实施例的固态图像拾取器件的制造方法。注意,在图 6A 到图 7C 中,和图 1A 到图 5 中的部件具有相同功能的部件用相同的附图标记表示,并且对那些部件的详细描述被省略。第二实施例和第一实施例不同在于,不形成第二波导构件 122。

[0115] 图 6A 示出了和关于第一实施例的图 1C 中所示的步骤相同的步骤。换句话说,图 6A 示出了在其中形成开口 116 的多个层间绝缘膜 113a 到 113e 上形成第一波导构件 118 的状态。在根据第二实施例的制造方法的在图 6A 中所示步骤之前的步骤和关于第一实施例的图 1A 到图 1C 中示出的步骤相同。

[0116] 在图 6B 中所示的步骤中,第一波导构件 118 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面被平整化。通过例如 CMP、抛光或蚀刻执行第一波导构件 118 的平整化。在本实施例中,通过 CMP 平整化第一波导构件 118。

[0117] 在图 6B 中所示的步骤中,不要求第一波导构件 118 的在和半导体衬底 101 相反侧

上的表面被完全平整化。通过平整化步骤,减小了平整化之前第一波导构件 118 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面上的高度差。例如,在外围区域 104 中,在平整化之后第一波导构件 118 的膜厚度在 200nm 到 500nm 的范围中。而且,在图像拾取区域 103 的不设置开口 116 的区段中,在平整化之后第一波导构件 118 的膜厚度在 50nm 到 350nm 的范围中。

[0118] 在本实施例中,当执行平整化步骤时,第一波导构件 118 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面是暴露的。当在第一波导构件 118 上形成另一构件时,所述另一构件的暴露表面被平整化。

[0119] 在平整化第一波导构件 118 之后,在图 6C 中所示的步骤中,去除第一波导构件 118 的在外围区域 104 中形成的部分。具体地说,在这个步骤中,第一波导构件 118 的设置是要设置插头 121 的位置处并且距要设置插头 121 的位置预先确定的距离以内的部分可以被去除。此后,形成第六层绝缘膜 119。

[0120] 然后,在图 7A 中所示的步骤中形成第七层绝缘膜 124。首先,在第一波导构件 118 上形成第七层绝缘膜 124。通过使用和第五层绝缘膜 113e 相同的材料形成第七层绝缘膜 124。在本实施例中,第七层绝缘膜 124 是氧化硅膜。

[0121] 在图 7B 中所示的步骤中,通孔 125 被形成,其中要设置用于在电气上连接第二布线层 112b 中的预先确定的导电构件和第三布线层 121c(在以后的步骤中形成)中的预先确定的导电构件的插头 121。通过蚀刻第七层绝缘膜 124 和第五层绝缘膜 113e 形成通孔 125。

[0122] 在获取图 7C 中所示的结构之前的步骤中,形成第三布线层 121c 和层内透镜 120。首先,在通孔 125 中形成插头 121。然后形成第三布线层 121c。在本实施例中,第三布线层 121c 中的导电构件由铝制成。可以通过酌情使用上面在形成第一布线层 112a 或者第二布线层 112b 的步骤中已经描述过的方式形成第三布线层 121c。接着,形成多个层内透镜 120。多个层内透镜 120 分别对应于光电转换部 105 设置。多个层内透镜 120 分别由例如氮化硅膜形成。可以通过使用普通方法之一形成层内透镜 120。此后,在和半导体衬底 101 相反的一侧上、在层内透镜 120 上方形成彩色滤光片、微透镜等。

[0123] 通过执行上述步骤,形成其中要设置插头 121 的通孔 125 变得更容易。下面简要讨论原因。如果在形成第七层绝缘膜 124 之前不去除第一波导构件 118,则在从更靠近半导体衬底 101 的一侧起,第五层绝缘膜 113e、第一波导构件 118 和第七层绝缘膜 124 为按此顺序层叠的状态。给定这样的结构,使用适于相应层的不同条件下的三个去除步骤(例如三个蚀刻步骤)来形成通孔 125。相反,通过去除第一波导构件 118 然后形成第七层绝缘膜 124,获得这样的结构,其中,在要形成通孔 125 的区域中,从更靠近半导体衬底 101 的一侧起,第五层绝缘膜 113e 和第七层绝缘膜 124 按此顺序层叠。因此,通过使用相同的材料形成第五层绝缘膜 113e 和第七层绝缘膜 124,可以在相同条件下执行形成通孔 125 的去除步骤。因此,通孔 125 可以通过两个去除步骤形成,包括之前的去除第一波导构件 118 的步骤。

[0124] 第三实施例

[0125] 下面将参考图 8A 到图 8C 描述根据本发明第三实施例的固态图像拾取器件的制造方法。注意在图 8A 到图 8C 中和图 1A 到图 7C 中那些部件具有相同功能的部件用相同的附图标记表示,并且对那些部件的详细描述被省略。第三实施例和第二实施例不同在于去除

第一波导构件 118 的设置在在外围区域 104 中的部分之后的步骤。

[0126] 图 8A 示出了和关于第二实施例在图 6C 中所示的相同的步骤。换句话说,图 8A 示出了平整化第一波导构件 118 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面之后,第一波导构件 118 的被设置于外围区域 104 中的部分已被去除的状态。即,第一波导构件 118 至少被去除其与在稍后步骤中要形成插头的区域以及在距前述区域预先确定的距离以内的区域对应的部分。在根据第三实施例的制造方法中的在图 8A 中所示的步骤之前的步骤和第二实施例中的图 6C 中所示的步骤之前的步骤相同。

[0127] 在图 8B 中所示的步骤中,在第五层间绝缘膜 113e 中形成通孔 801。通孔 801 在第二布线层 112b 中的预先确定的导电构件上方形成。可以通过使用各种方法之一来形成通孔 801。在本实施例中,通过蚀刻部分地去除第五层间绝缘膜 113e。

[0128] 在获取图 8C 中所示的结构之前的步骤中,形成第三布线层 121c。在本实施例中,第三布线层 121c 中的导电构件由铝制成。或者,第三布线层 121c 中的导电构件可以由铜或者其它导电材料制成。

[0129] 在本实施例中,在形成通孔 801 之后,在半导体衬底 101 的整个区域上方形成铝膜,并且通过蚀刻获得预先确定的图案。此时,设置在通孔 801 中的插头和第三布线层 121c 中的导电构件彼此一体化地形成。此后,形成层内透镜 120。可以用和第一实施例或者第二实施例中类似的方式形成层内透镜 120。

[0130] 根据第三实施例,形成第七层间绝缘膜 124 的步骤被省略。此外,插头和第三布线层 121c 中的导电构件彼此一体化地形成。因此,可以进一步简化制造步骤。

#### [0131] 第四实施例

[0132] 下面将参考图 9A 到图 9C 描述制造根据本发明第四实施例的固态图像拾取器件的方法。注意,在图 9A 到图 9C 中和图 1A 到图 8C 中的部件具有相同功能的部件用相同的附图标记表示,并且对那些部件的详细描述被省略。在第一实施例中,在形成第二波导构件 122 之后执行图 2C 中所示的平整化步骤。在第四实施例中,在形成第一波导构件 118 之后执行平整化步骤,然后形成第二波导构件 122。

[0133] 根据第四实施例的制造方法和根据第二实施例的制造方法在图 6B 中所示的步骤之前相同。在第四实施例中,如图 9A 中所示,在已被平整化的第一波导构件 118 上形成绝缘膜 901。

[0134] 可以形成绝缘膜 901,旨在填充开口 116 的未被第一波导构件 118 填充的部分。在这种情况下,通过使用和第一波导构件 118 相同的材料形成绝缘膜 901。或者,绝缘膜 901 可以具有和第一实施例中的低折射率构件 123 类似的功能。当然,绝缘膜 901 的功能不限于上述功能。

[0135] 在图 9B 中所示的步骤中,第一波导构件 118 的在外围区域 104 中形成的部分以及绝缘膜 901 的在外围区域 104 中形成的部分被去除。具体地说,在这个步骤中,第一波导构件 118 和绝缘膜 901 的被设置在要设置插头 121(在以后步骤中形成)的位置以及距要设置插头 121 的位置预先确定的距离以内的相应部分要被去除。

[0136] 可以通过使用普通方法之一执行去除步骤。在本实施例中,第一波导构件 118 和绝缘膜 901 的在外围区域 104 中形成的相应部分通过例如蚀刻而被去除。

[0137] 在图 9C 中所示的步骤中,形成第七层间绝缘膜 124。通过使用和第五层间绝缘膜

113e 相同的材料形成第七层间绝缘膜 124。第七层间绝缘膜 124 的在和半导体衬底 101 相反侧上的表面被平整化。

[0138] 可以酌情按和上面参考图 4A 到图 4C 在第一实施例中描述的类似的方式执行后续步骤。

#### [0139] 第五实施例

[0140] 下面将参考图 10 描述可应用制造根据本发明实施例的固态图像拾取器件的方法的固态图像拾取器件的另一例子作为第五实施例。注意,在图 10 中和图 1A 到图 9C 中的具有相同功能的部件用相同的附图标记表示,并且对那些部件的详细描述被省略。

[0141] 在第五实施例中,图像拾取区域 103 包括光接收区域(有效像素区域)103a 和光屏蔽区域(光学黑像素区域)103b。和设置在光接收区域 103a 中的光电转换部 105a 以及设置在光屏蔽区域 103b 中的光电转换部 105b 中的每一个对应地形成开口 116。第一波导构件 118 被填充在开口 116 中。因此,针对光电转换部 105a 和光电转换部 105b 分别地形成光波导。

[0142] 光屏蔽构件 1001 设置在光屏蔽区域 103b 中。针对第一波导构件 118,光屏蔽构件 1001 位于和半导体衬底 101 相反的一侧上。入射在光电转换部 105b 上的光的至少一部分被光屏蔽构件 1001 屏蔽。入射在光电转换部 105b 上的光也可以全部被光屏蔽构件 1001 屏蔽。倾斜的入射光等可以进入设置在光屏蔽区域 103b 中的光电转换部 105b。光屏蔽构件 1001 仅被用来起当图像拾取区域 103 的整个表面被以均匀的光量照射时,和入射在光电转换部 105a 上的光的量相比,减少入射在光电转换部 105b 上的光的量的功能。

[0143] 在本实施例中,光屏蔽构件 1001 由铝制成。光屏蔽构件 1001 可被包括在和第三布线层 121c 相同的层中。换句话说,光屏蔽构件 1001 由和第三布线层 121c 中所包括的导电构件相同的材料制成。从制造方法的角度,光屏蔽构件 1001 和形成第三布线层 121c 中所包括的导电构件同时形成。形成光屏蔽构件 1001 的方法不限于上面描述的方法,并且其能够从各种方法中选择性地选取。

[0144] 在本实施例中,在设置在外围区域 104 中的第一波导构件 118 中,至少设置在插头 121 被设置的位置处以及在距插头 121 被设置的位置预先确定的距离以内的部分被去除。另一方面,第一波导构件 118 的被设置在光屏蔽区域 103b 中的部分不被去除。但是,第一波导构件 118 的设置光屏蔽区域 103b 中的部分不被去除的结构仅仅是一个例子。第一波导构件 118 的被设置在光屏蔽区域 103b 中的部分可被去除。

#### [0145] 第六实施例

[0146] 下面将参考图 11A 到图 11C 描述可应用制造根据本发明实施例的固态图像拾取器件的方法的固态图像拾取器件的另一例子作为第六实施例。注意,在图 11A 到图 11C 中和图 1A 到图 10 中的具有相同功能的部件用相同的附图标记表示,并且对那些部件的详细描述被省略。

[0147] 图 11A 到图 11C 是根据第六实施例的固态图像拾取器件的平面结构的示意图。在第六实施例中,第一波导构件 118 的设置在外围区域 104 中的某些部分被去除,而第一波导构件 118 的其它部分不被去除。在本实施例中,至少不仅从设置插头 121 的区域去除第一波导构件 118,还从距设置插头 121 的区域预先确定的距离内的区域去除第一波导构件 118。在图 11A 中,所述预先确定的距离由箭头表示。可以根据例如插头的平面尺寸确定所述预

先确定的距离。

[0148] 在第一波导构件 118 不被去除的区域中,如图 11A 中所示,第一波导构件 118 被设置为图案 1101。图案 1101 以点的形式设置在与设置插头 121 的区域相隔比预先确定的值更长的距离的区域中。不设置图案 1101 的区域 1102 可能存在于与设置插头 121 的区域相隔比预先确定的值更长的距离的区域中。在一个实施例中,例如,在第二布线层中的导电构件和第三布线层中的导电构件相互重叠的部分中不设置图案 1101。这是因为不设置具有高介电常数的第一波导构件 118 的布置能够抑制寄生电容的增加。表述“具有高介电常数的第一波导构件 118”意味着第一波导构件 118 具有比设置在第二布线层中的导电构件和第三布线层中的导电构件之间的任何其它构件更高的介电常数。

[0149] 当第一波导构件 118 被去除时,这意味着例如至少在去除第一波导构件 118 的步骤之后第五层间绝缘膜 113e 立刻被暴露。另一方面,当第一波导构件 118 不被去除时,这意味着例如相对第一波导构件 118 设置在更靠近半导体衬底 101 的一侧上并且和第一波导构件 118 接触的第五层间绝缘膜 113e 不被暴露。

[0150] 图 11B 和图 11C 示出了俯视图中图案 1101 的变型 (variation)。通过把点图案 1101a 和线图案 1101b 相互适当地组合,可以组成图案 1101。

[0151] 此外,通过把第一波导构件 118 部分地保留在外围区域 104 中,能够减小图像拾取区域 103 和外围区域 104 之间的高度差。当设置在外围区域 104 中的第一波导构件 118 被完全去除时,例如在形成第七层间绝缘膜 124 之后,在图像拾取区域 103 和外围区域 104 之间可引起高度差。在这种情况下,存在即使在后续的平整化步骤之后其间的高度差也未被充分消除的可能性。通过适当地设置第一波导构件 118 被保留的区域相对于整个外围区域 104 的比例,可以减小高度差。

[0152] 虽然已经参考示范性实施例描述了本发明,但是要理解,本发明不局限于所公开的示范性实施例。下列权利要求的范围要依据最宽泛的解释以便包含所有这些修改和等同结构和功能。

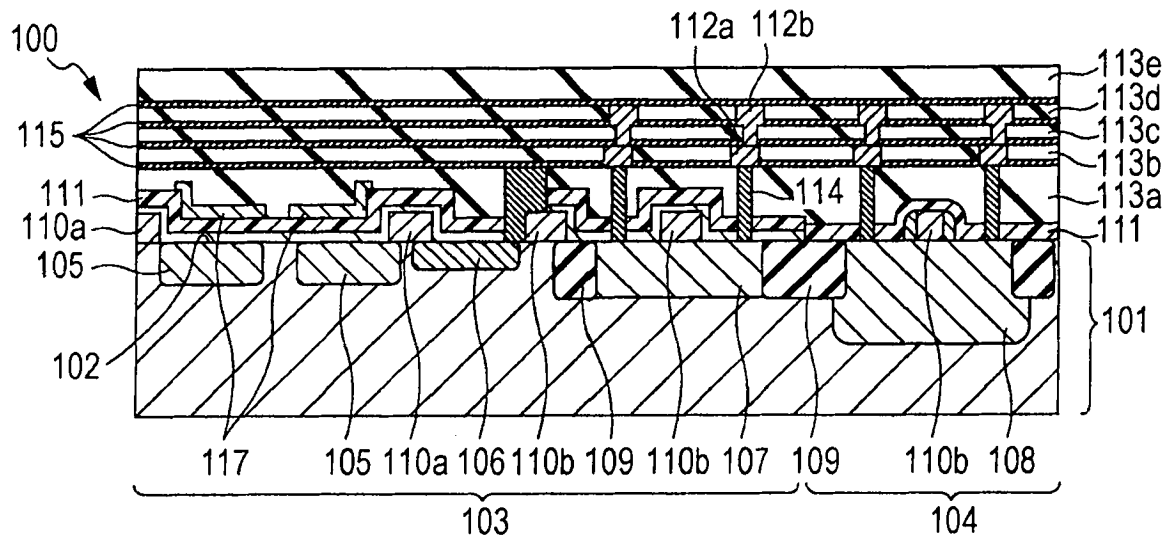


图 1A

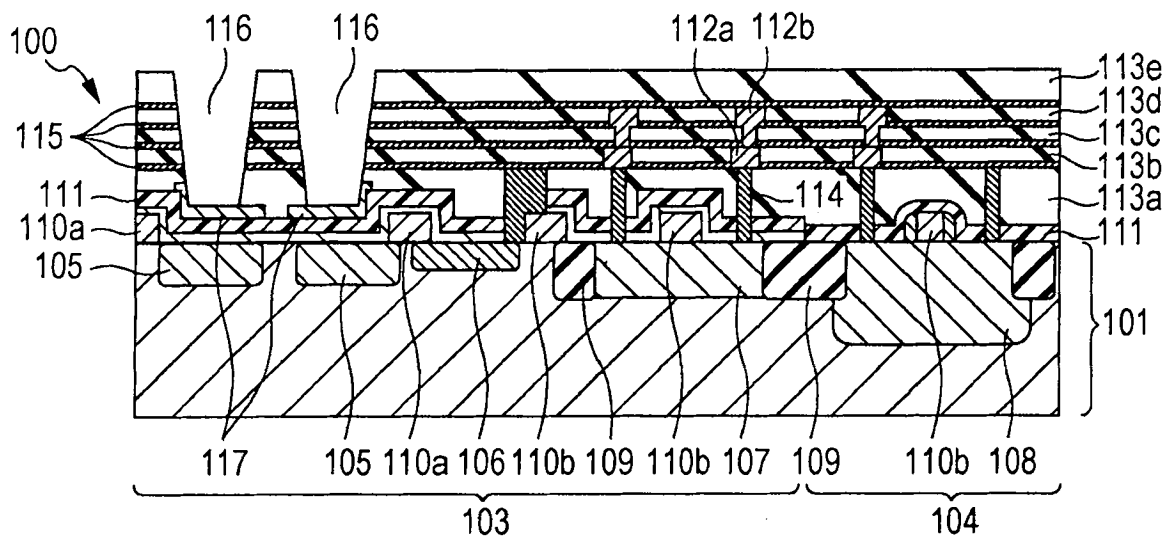


图 1B

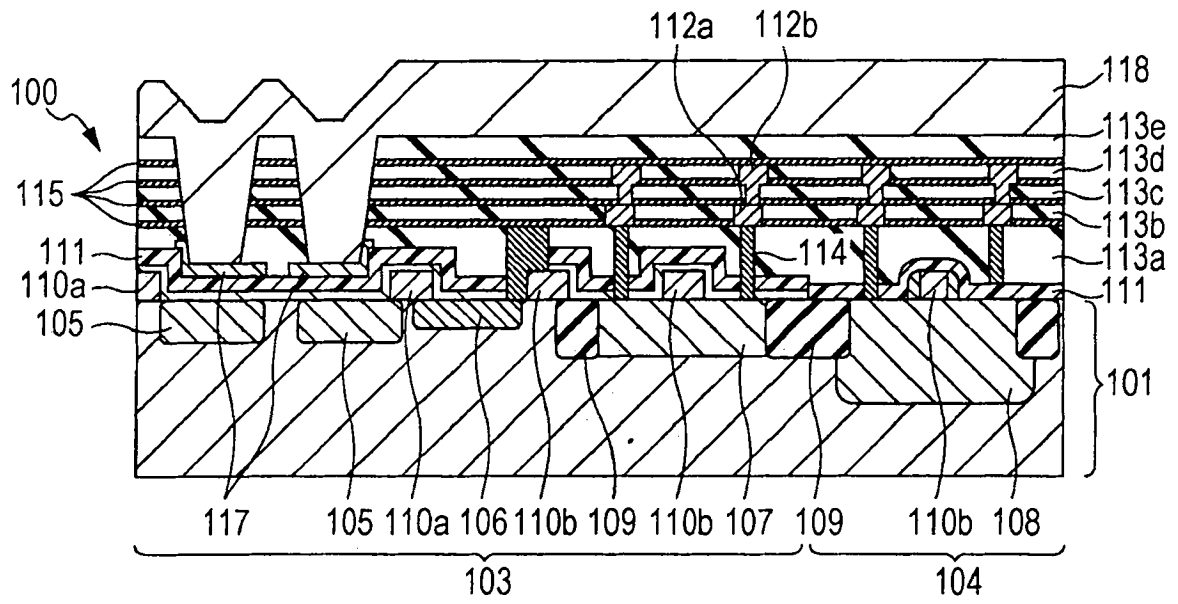


图 1C

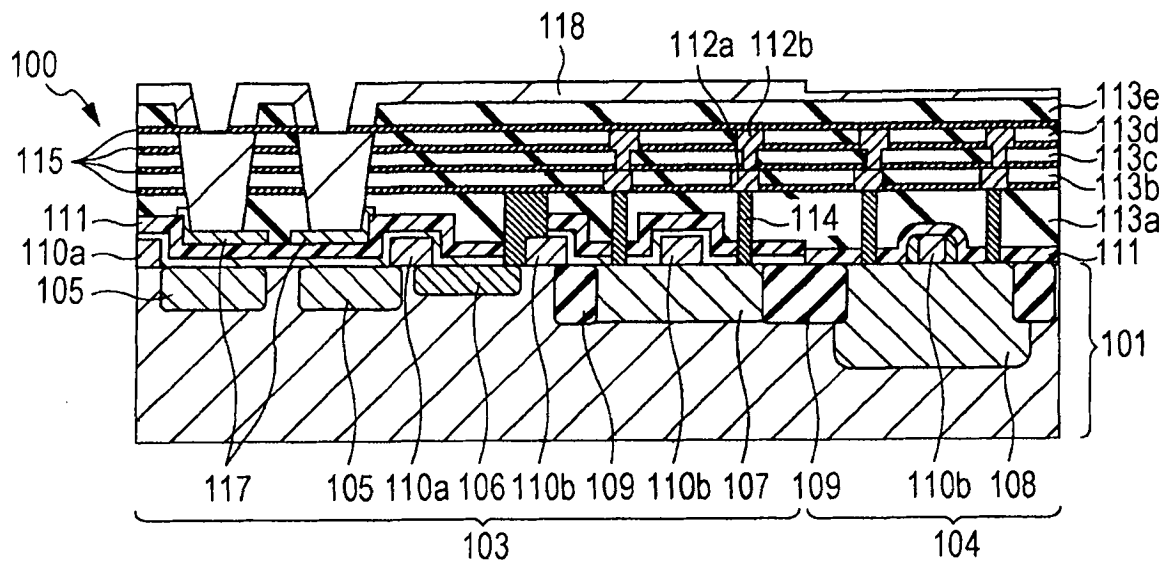


图 2A

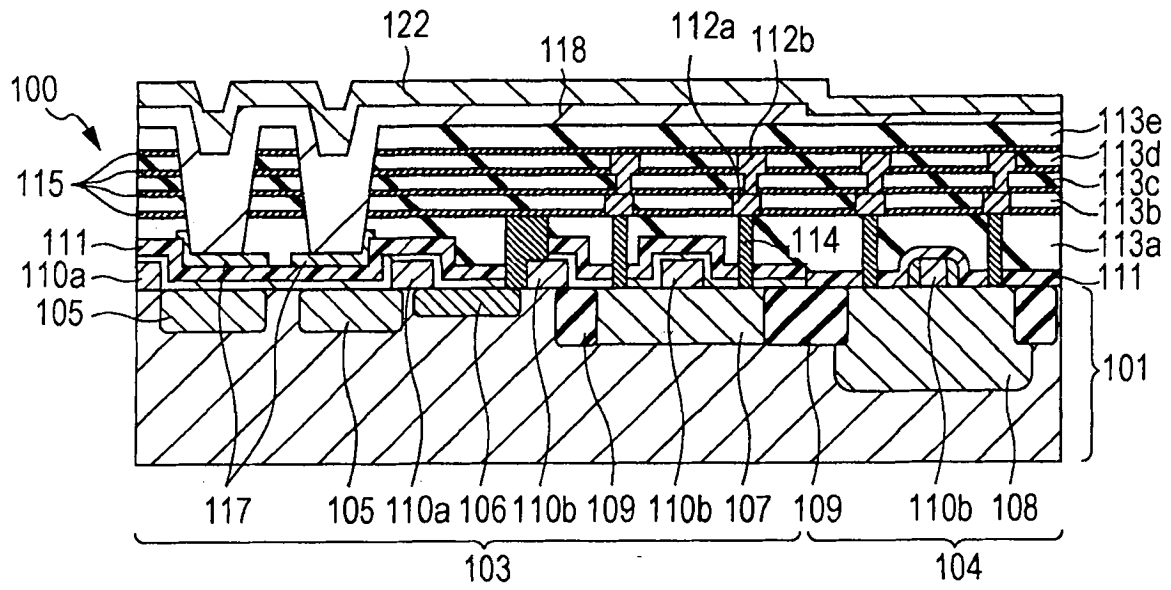


图 2B

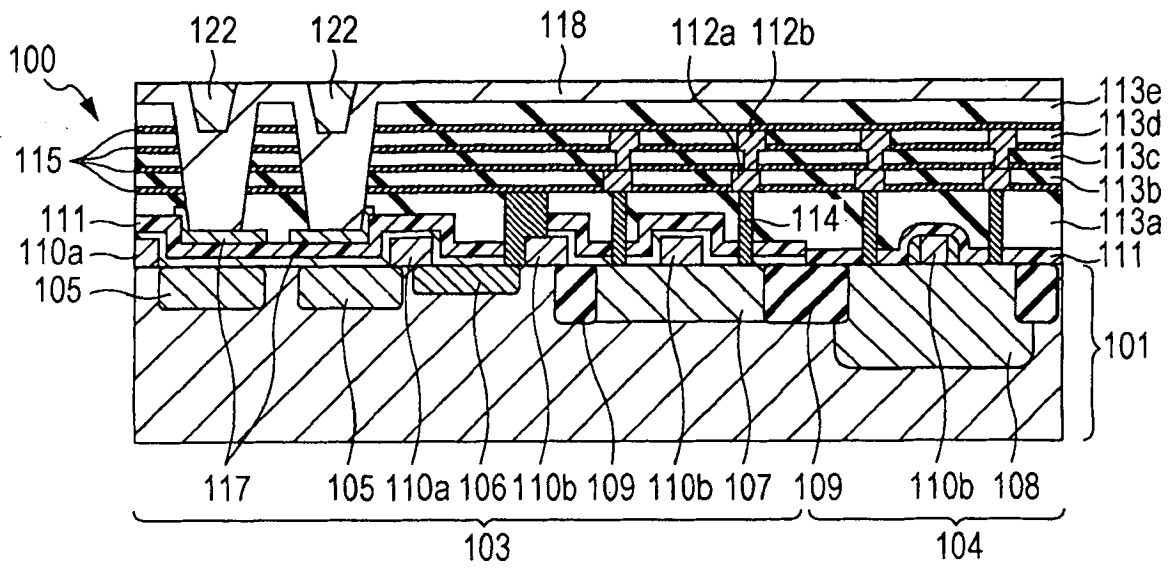


图 2C

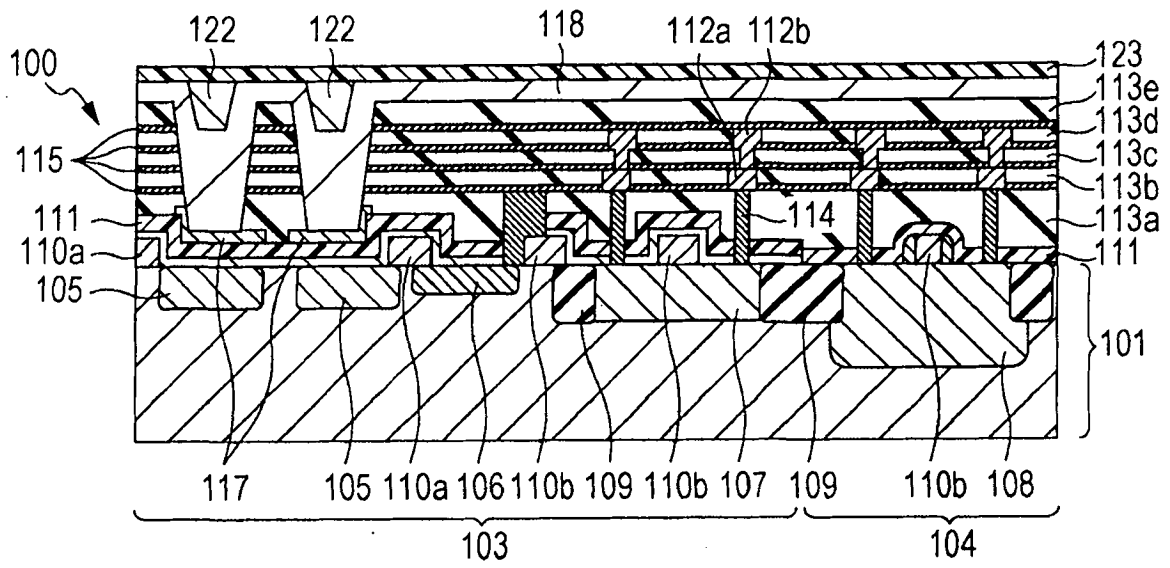


图 3A

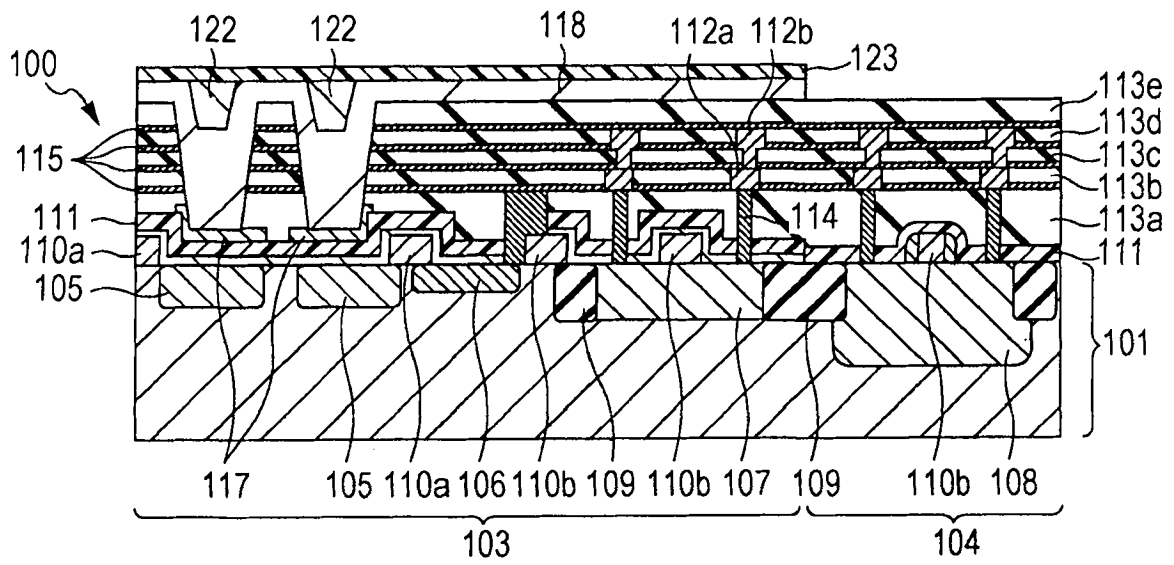


图 3B

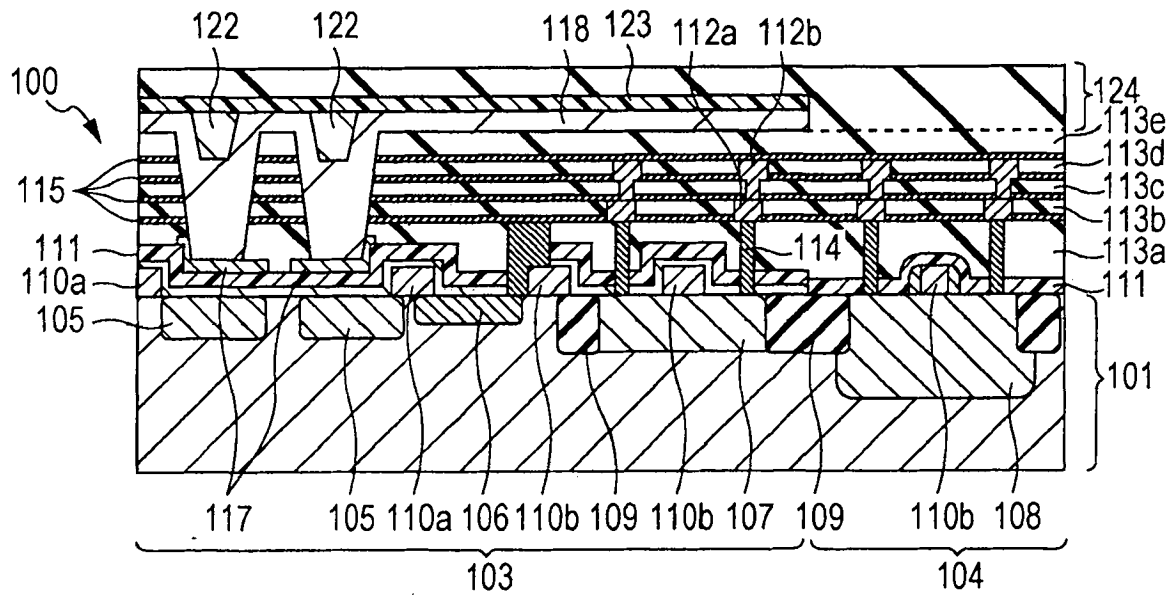


图 3C

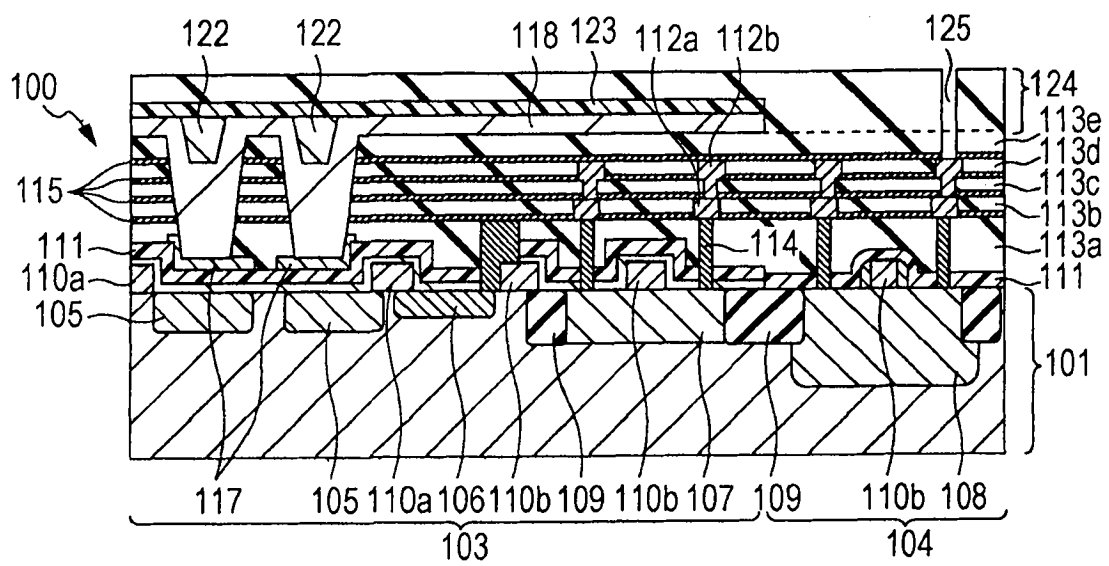


图 4A

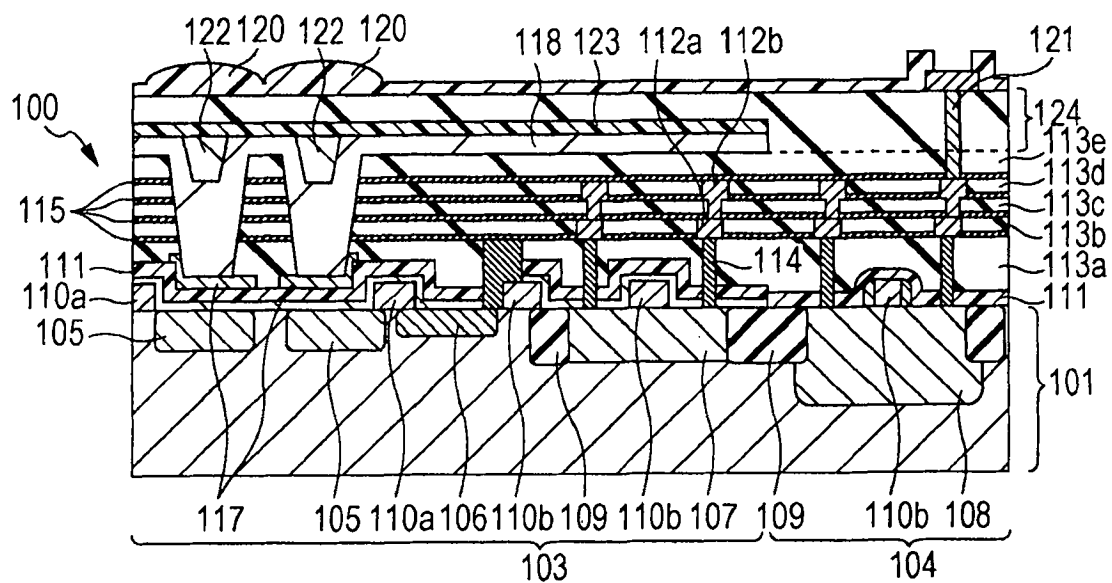


图 4B

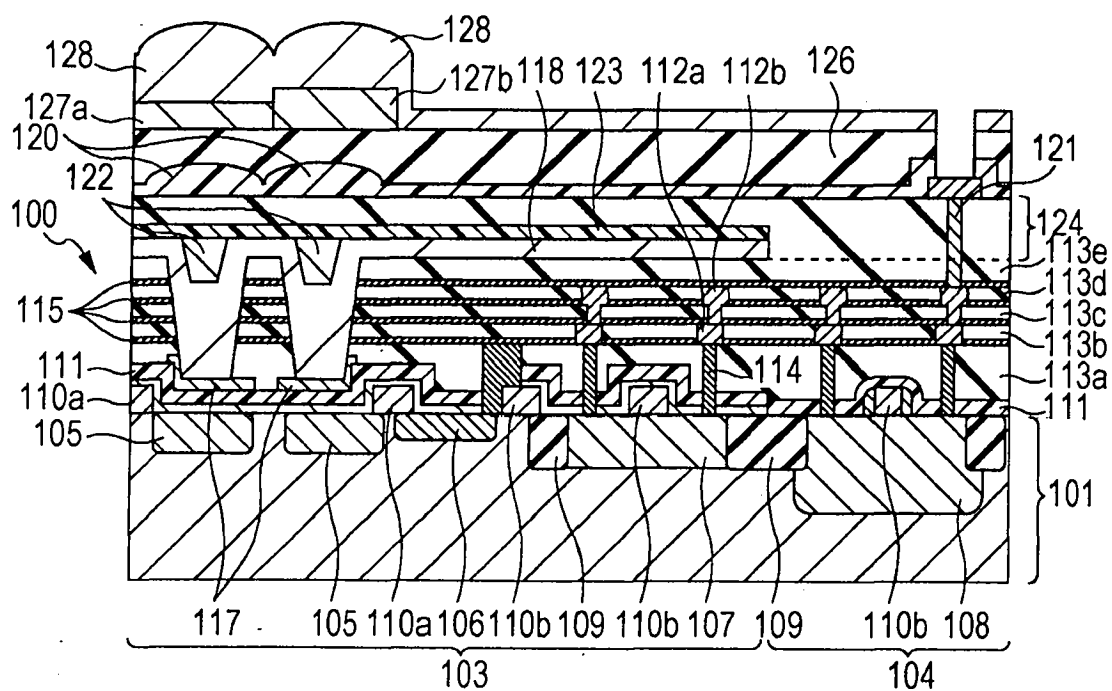


图 4C

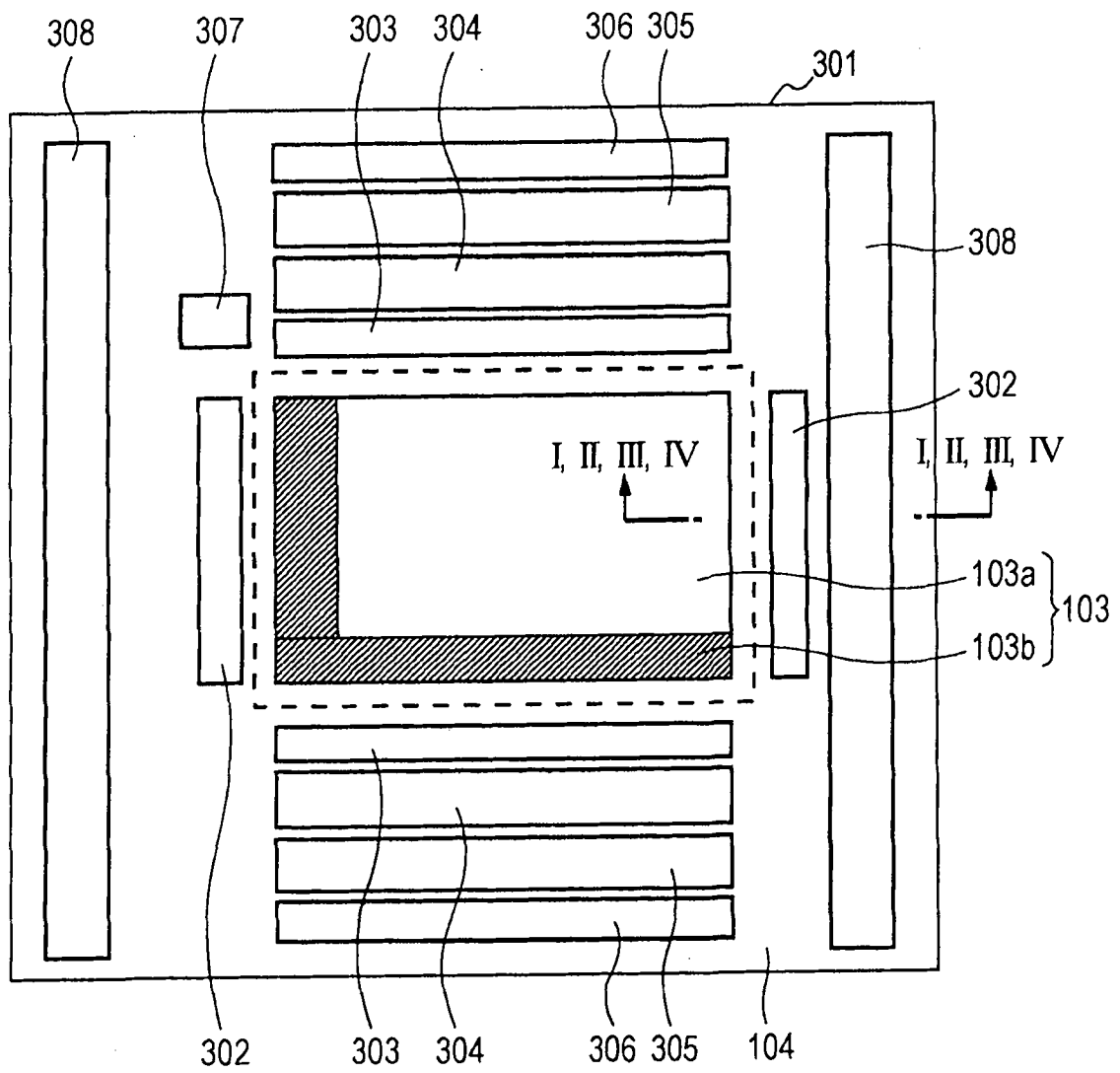


图 5

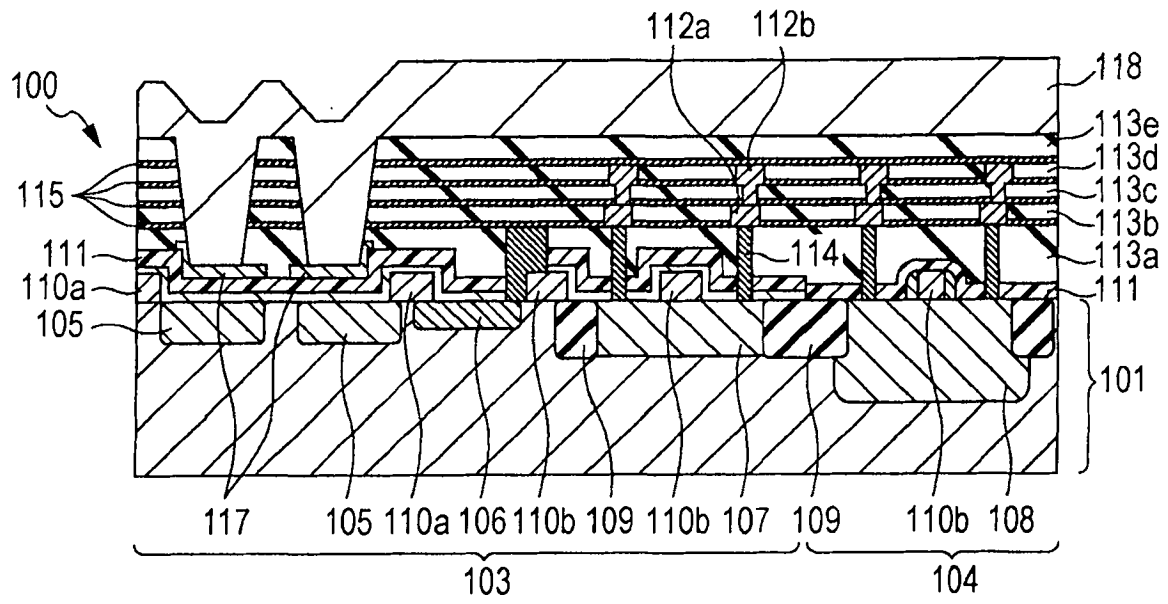


图 6A

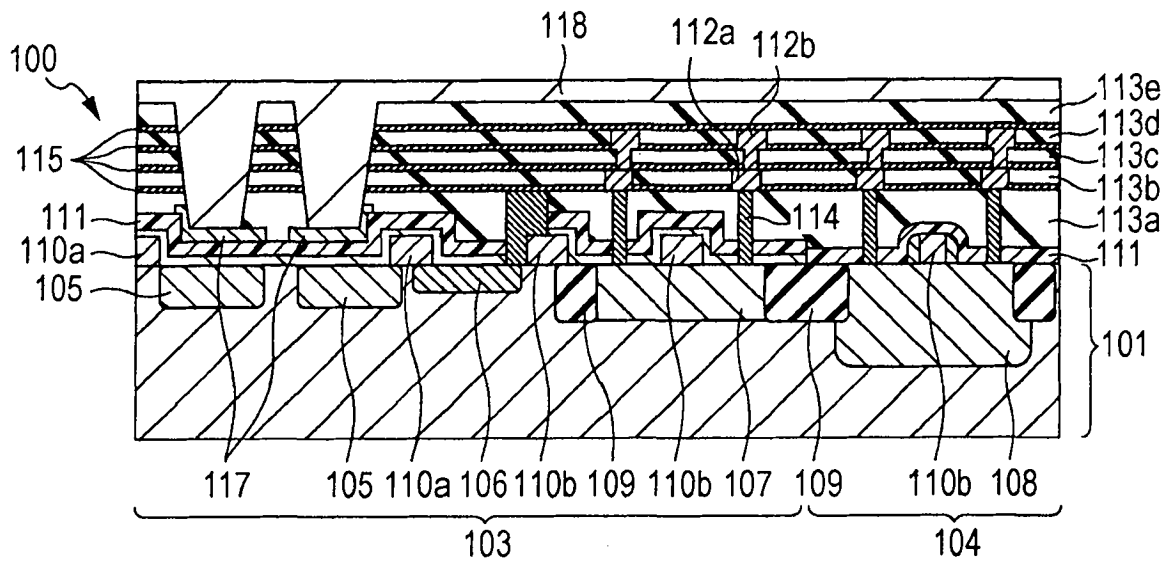


图 6B

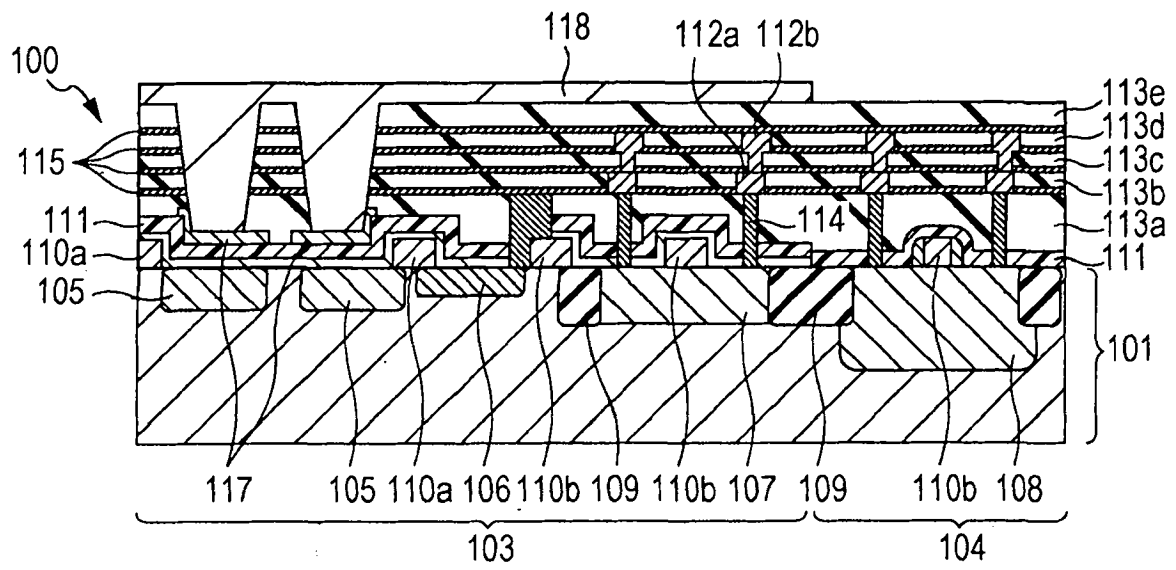


图 6C

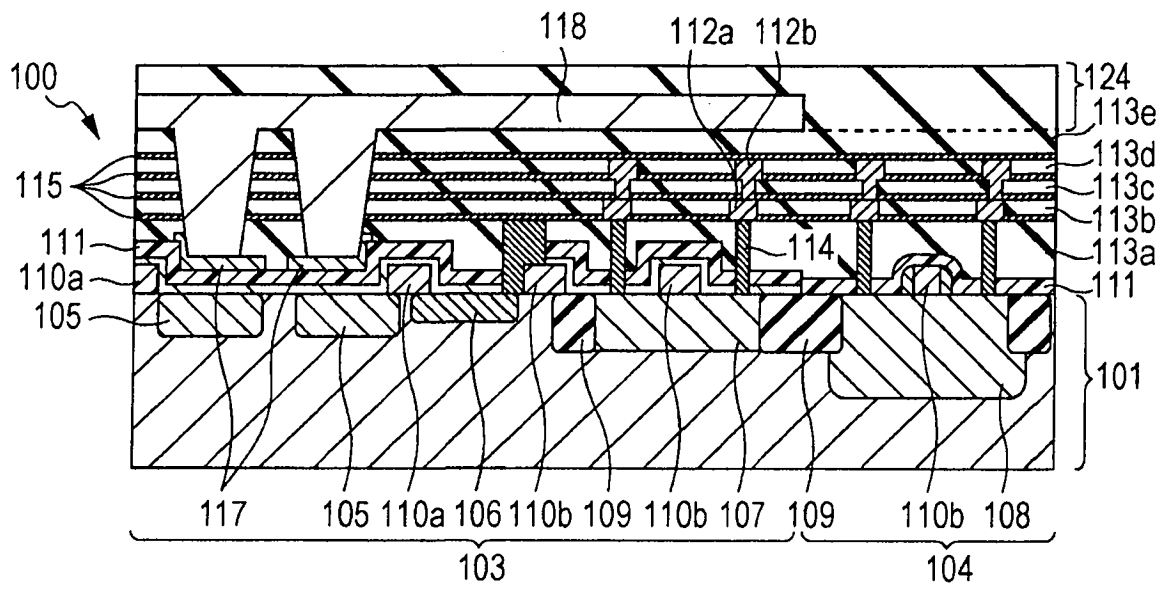


图 7A

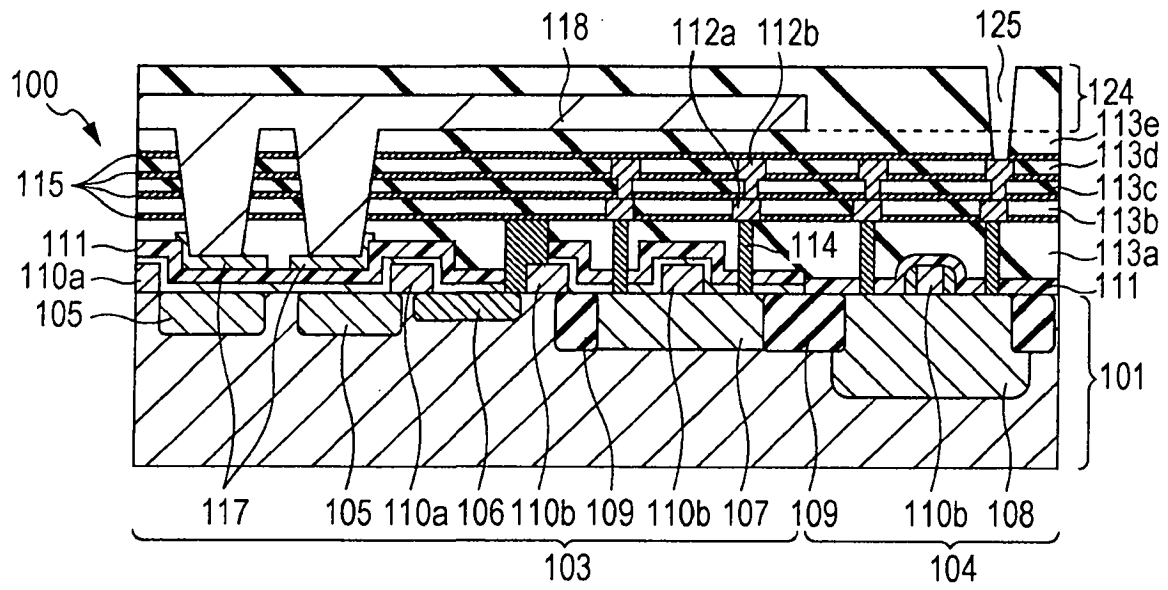


图 7B

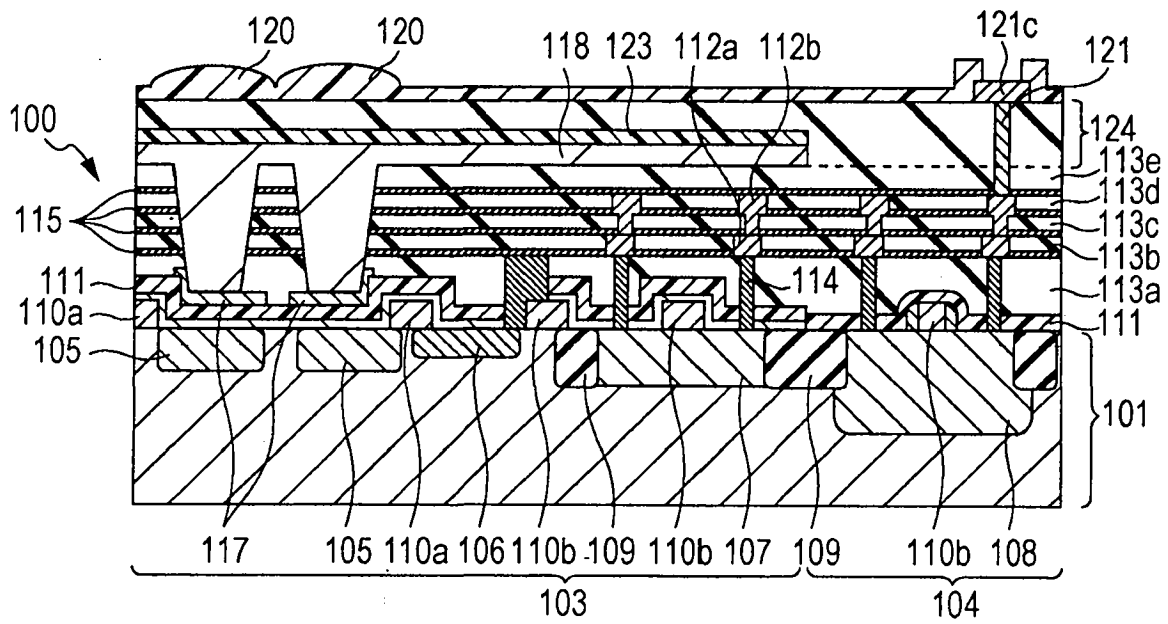


图 7C

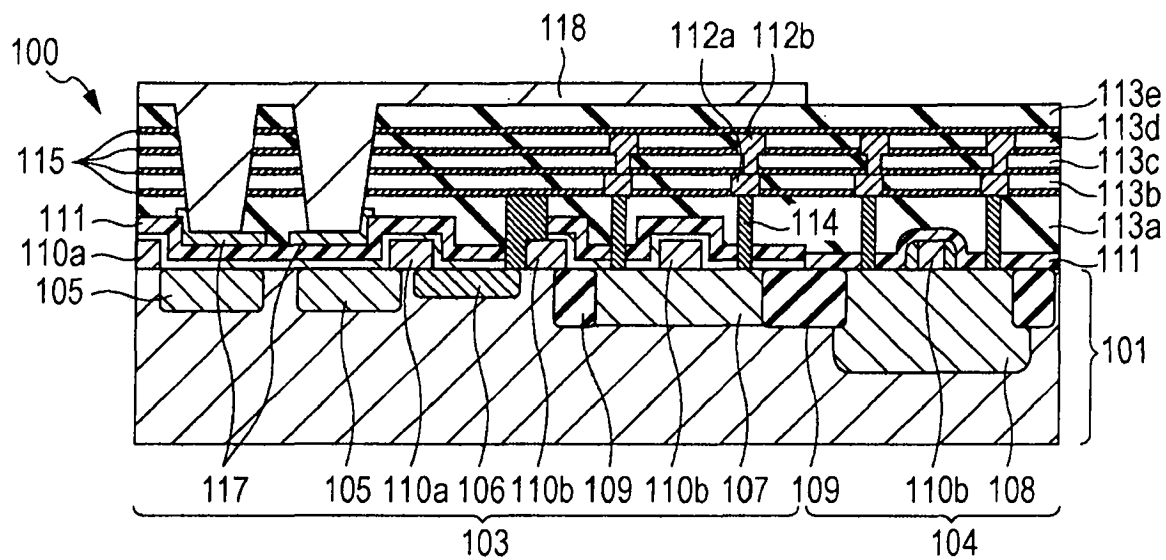


图 8A

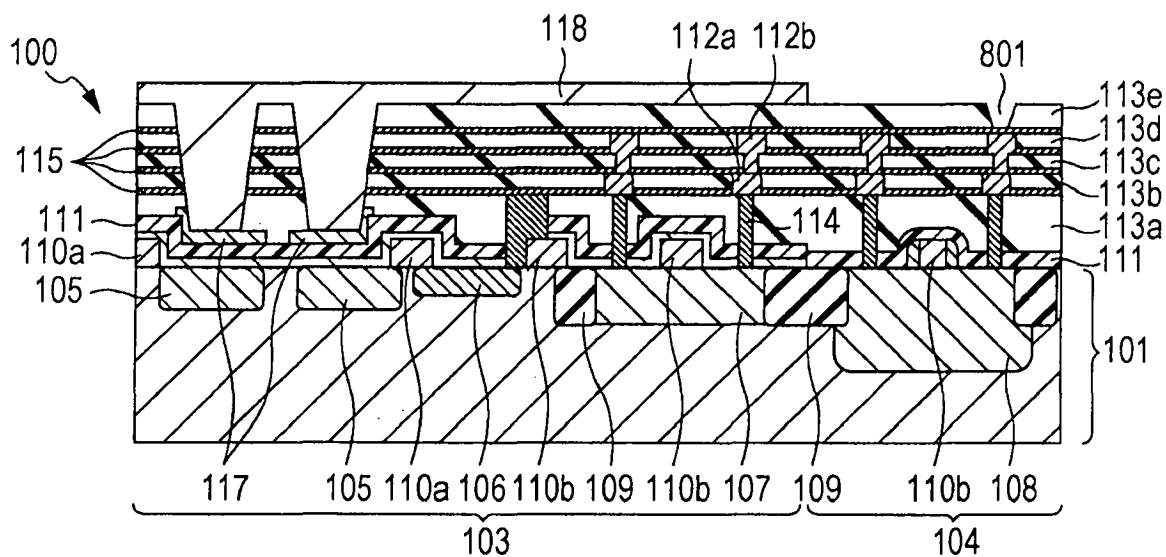


图 8B

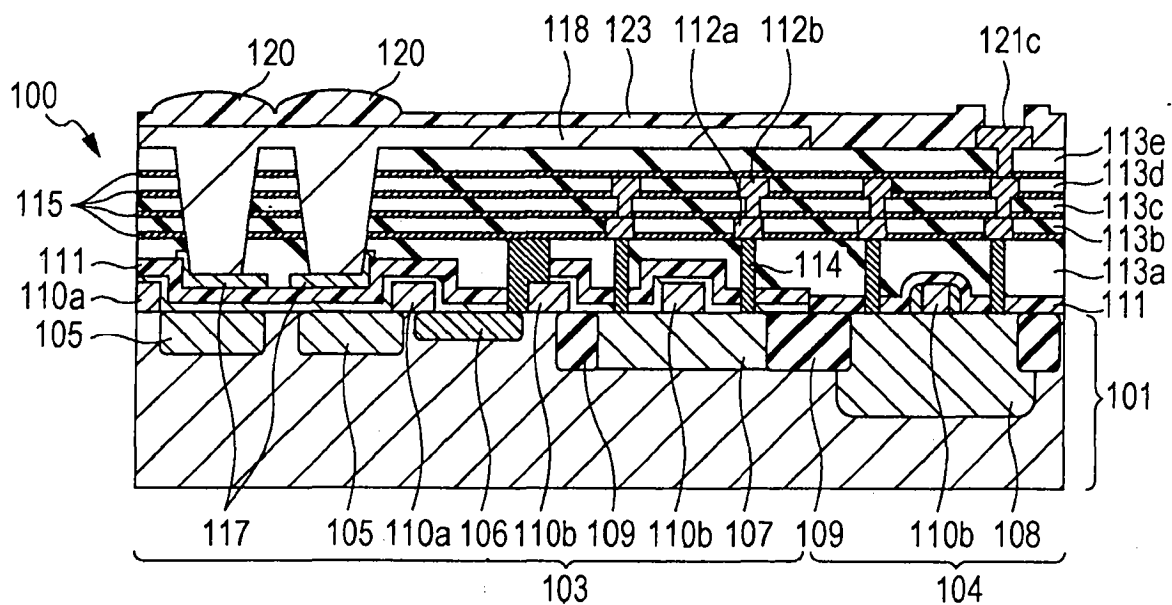


图 8C

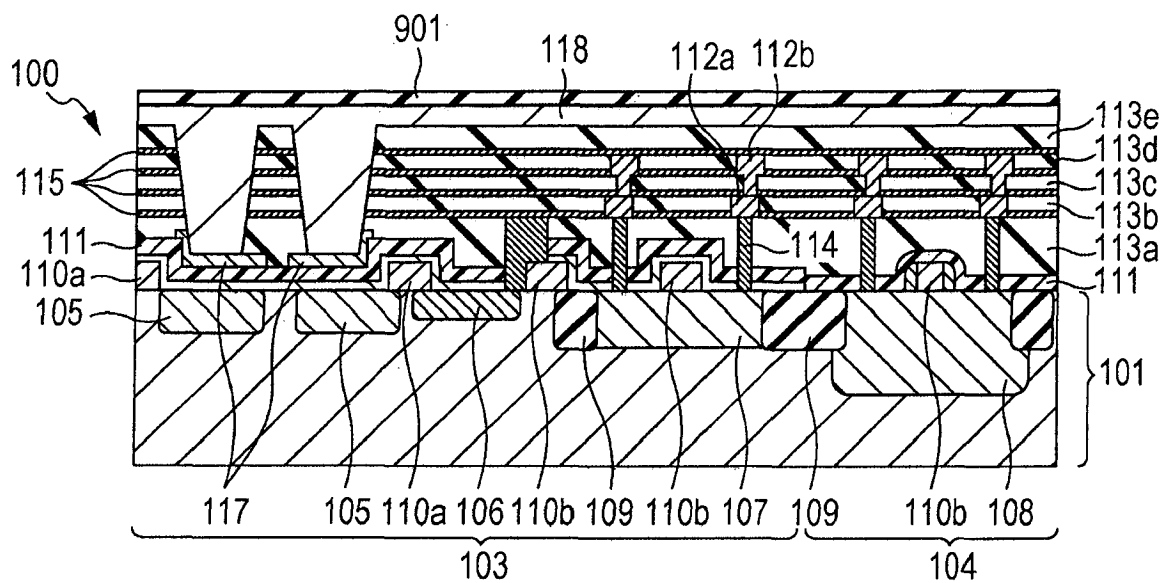


图 9A

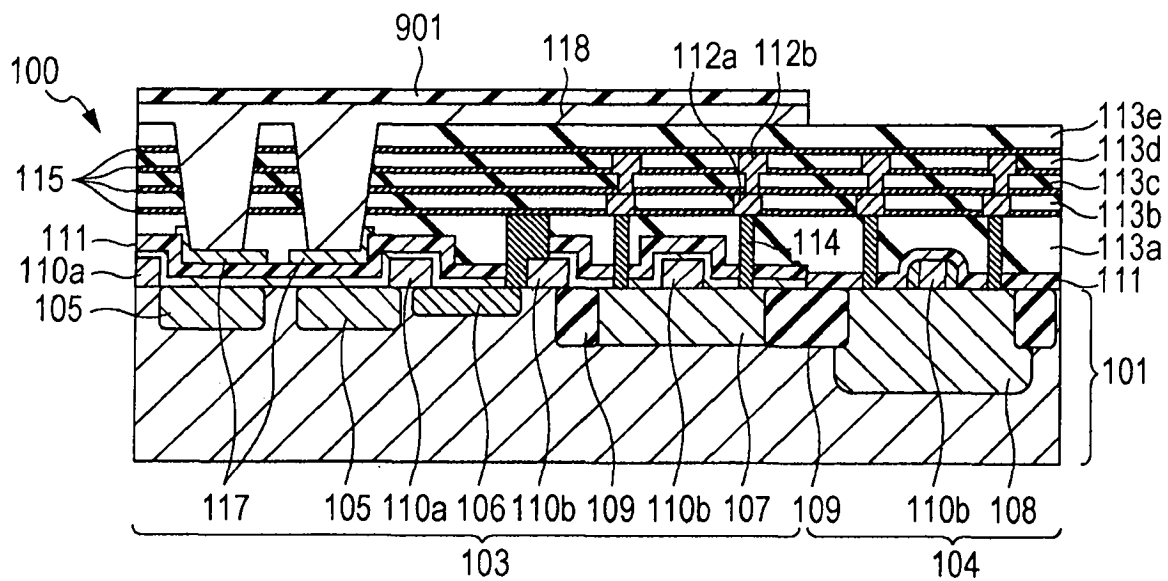


图 9B

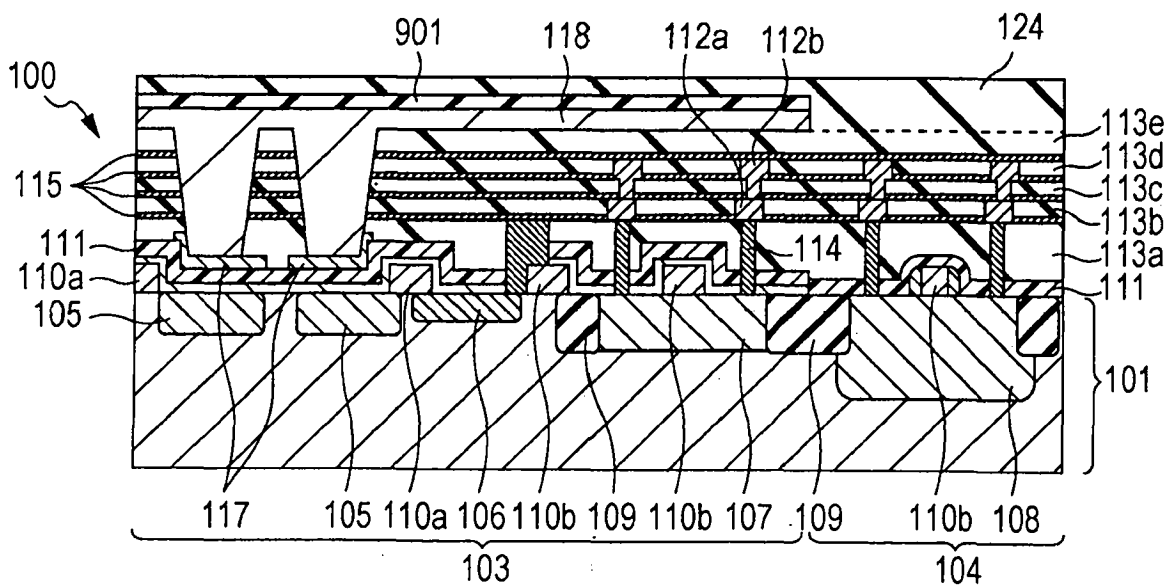


图 9C



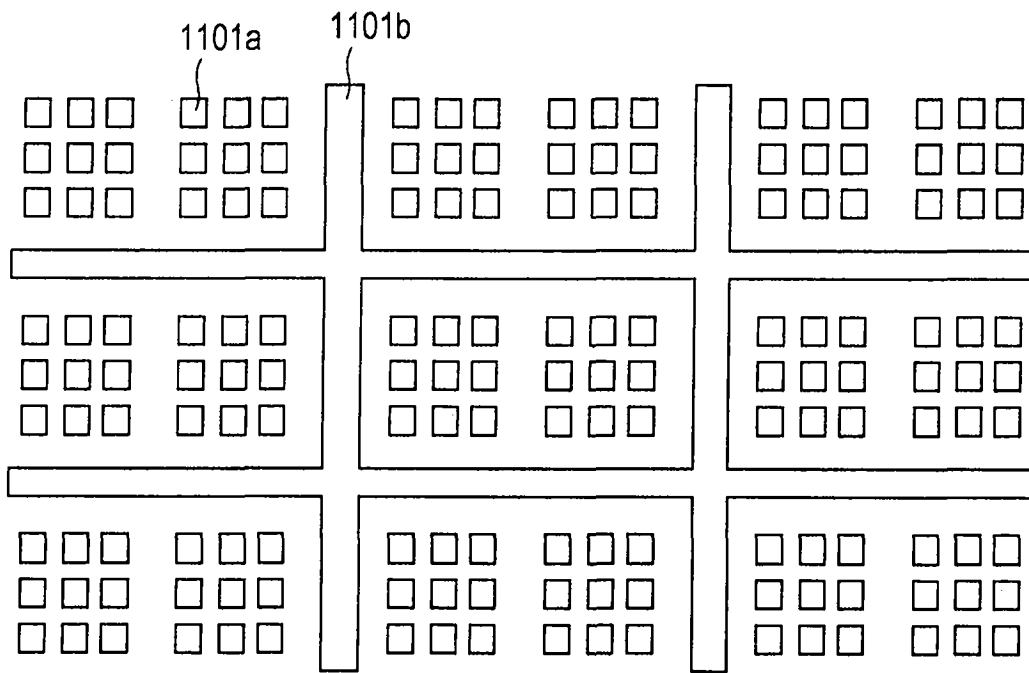


图 11B

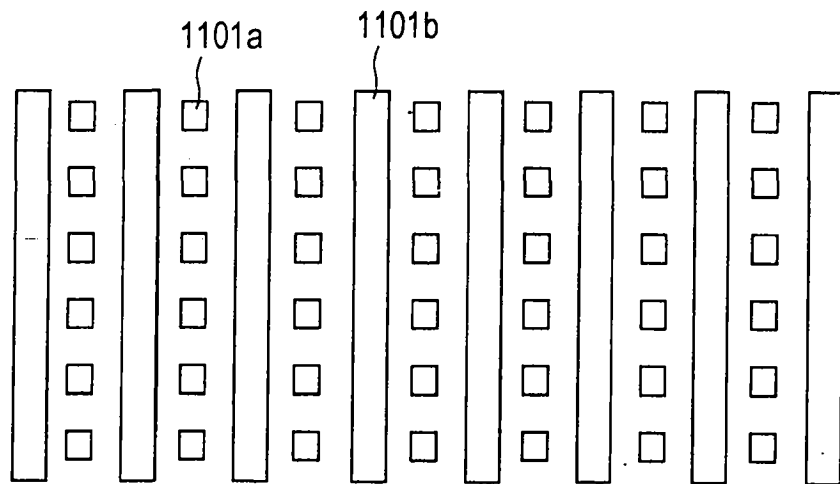


图 11C