



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102637706 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 15

(21) 申请号 201210027895. 9

(22) 申请日 2012. 02. 09

(30) 优先权数据

2011-026354 2011. 02. 09 JP

2011-223294 2011. 10. 07 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 铃木翔 冈部刚士 板桥政次

(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 高青

(51) Int. Cl.

H01L 27/146 (2006. 01)

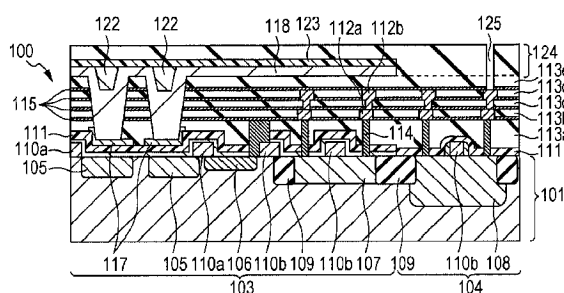
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 9 页

(54) 发明名称

半导体装置制造方法

(57) 摘要

公开了半导体装置制造方法。从上方观察,第一波导构件形成在半导体基板的图像拾取区域和外围区域中。第一波导构件的位于外围区域中的部分被去除。然后执行平坦化步骤以平坦化第一波导构件的与半导体基板相反的一侧的表面。



1. 一种制造半导体装置的方法,该半导体装置包括具有第一区域和第二区域的半导体基板以及布置在第一区域和第二区域上的绝缘体,该方法包括:

第一步骤,在绝缘体的第一部分中形成多个第一开口,其中,第一部分布置在第一区域上;

第二步骤,在第一步骤之后,在所述多个第一开口中的每个开口中和在绝缘体的第二部分上形成第一构件,其中,第二部分布置在第二区域上;

第三步骤,至少部分地去除第一构件的一部分,其中,所述第一构件的该部分布置在绝缘体的第二部分上;以及

第四步骤,在第三步骤之后,平面化第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,在第一步骤中,所述多个第一开口不形成在绝缘体的第二部分中。

3. 如权利要求1所述的方法,其中,在第一步骤中,多个第二开口以比所述多个第一开口的密度低的密度形成在绝缘体的第二部分中。

4. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

在第三步骤和第四步骤之间,在第一构件上形成第二构件。

5. 如权利要求4所述的方法,其中,在第四步骤中平面化的第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面中的每一个是第二构件的与半导体基板相反的一侧的表面。

6. 如权利要求4所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分和第二构件的位于第二区域上的部分。

7. 如权利要求4所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第二构件的位于第二区域上的部分。

8. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,在第一构件上形成第二构件。

9. 如权利要求8所述的方法,进一步包括:

在第一构件上形成第二构件之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分和第二构件的位于第二区域上的部分。

10. 如权利要求4所述的方法,其中,所述第一构件和第二构件由相同材料制成。

11. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分。

12. 如权利要求1所述的方法,其中:

在第三步骤中,通过蚀刻部分地去除第一构件的位于第二区域上的部分,

在第三步骤之后,第一构件的位于第二区域上的部分被部分地留在绝缘体上。

13. 如权利要求1所述的方法,其中,所述绝缘体由多个绝缘膜构成,并且所述多个第一开口穿透所述多个绝缘膜。

14. 一种制造半导体装置的方法,该半导体装置包括半导体基板和绝缘体,所述半导体基板具有布置有多个光电转换部分的第一区域和布置有用于处理来自所述多个光电转换部分的信号的电路的第二区域,所述绝缘体布置在第一区域和第二区域上,该方法包括:

第一步骤,在绝缘体的第一部分中形成多个第一开口,使得所述多个第一开口分别与所述多个光电转换部分重叠;

第二步骤,在第一步骤之后,在所述多个第一开口中的每个开口中和在绝缘体的第二部分上形成第一构件,其中,第二部分布置在第二区域上;

第三步骤,至少部分地去除第一构件的一部分,其中,所述第一构件的该部分布置在绝缘体的第二部分上;以及

第四步骤,在第三步骤之后,平面化第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面。

15. 如权利要求 14 所述的方法,进一步包括:在第三步骤和第四步骤之间,在第一构件上形成第二构件。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中,第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面中的每一个是第二构件的与半导体基板相反的一侧的表面,这两个露出表面都在第四步骤中被平面化。

17. 如权利要求 15 所述的制造半导体装置的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分和第二构件的位于第二区域上的部分。

18. 如权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第二构件的位于第二区域上的部分。

19. 如权利要求 14 所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,在第一构件上形成第二构件。

20. 如权利要求 19 所述的方法,进一步包括:

在第一构件上形成第二构件之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分和第二构件的位于第二区域上的部分。

21. 如权利要求 15 所述的方法,其中,所述第一构件和第二构件由相同材料制成。

22. 如权利要求 14 所述的方法,进一步包括:

在第四步骤之后,去除第一构件的位于第二区域上的部分。

23. 如权利要求 14 所述的方法,其中:

在第三步骤中,通过蚀刻部分地去除第一构件的位于第二区域上方的部分,

在第三步骤之后,第一构件的位于第二区域上的部分被部分地留在绝缘体上。

24. 如权利要求 14 所述的方法,其中,所述绝缘体由多个绝缘膜构成,并且所述多个第一开口穿透所述多个绝缘膜。

25. 如权利要求 14 所述的方法,其中,在第一步骤中,所述多个第一开口不形成在绝缘体的第二部分中,其中,该部分布置在第二区域上。

半导体装置制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体装置制造方法。

背景技术

[0002] 关于作为一种类型的半导体装置的固态图像拾取装置,最近提出了一种包括光波导的固态图像拾取装置,以增加入射在光电转换部分上的光的量。

[0003] 日本专利公开 No. 2010-103458 公开了一种包括波导的固态图像拾取装置,所述波导由具有低折射率的覆层和具有高折射率并埋入由覆层包围的槽中的芯层构成。作为制造这种固态图像拾取装置的示例性方法,公开了一种在覆层的整个表面上形成芯层的方法,其中形成与光电转换部分对应的开口。

[0004] 然而,日本专利公开 No. 2010-103458 中公开的制造固态图像拾取装置的方法难以使该固态图像拾取装置更平坦。这导致图像质量的降低。另外,在除该固态图像拾取装置之外的半导体装置中,装置高度随着更高程度的集成而增加,并且在制造过程中减小装置高度的困难可能变为需要克服的问题。

发明内容

[0005] 本发明的一个实施例提供了一种制造半导体装置的方法。该半导体装置包括具有第一区域和第二区域的半导体基板以及布置在第一区域和第二区域上的绝缘体。该方法包括:第一步骤,在绝缘体的第一部分中形成多个第一开口,其中,绝缘体的第一部分是其布置在第一区域上的部分。该方法包括:第二步骤,在第一步骤之后,在所述多个第一开口中的每个开口中和在绝缘体的第二部分上形成第一构件,其中,绝缘体的第二部分是其布置在第二区域上的部分。该方法包括:第三步骤,至少部分地去除第一构件的一部分,其中,所述第一构件的该部分是其布置在绝缘体的第二部分上的部分。该方法包括:第四步骤,在第三步骤之后,平面化第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面。

[0006] 本发明的另一实施例提供了一种制造半导体装置的方法。该半导体装置包括具有布置有多个光电转换部分的第一区域和布置有用于处理来自所述多个光电转换部分的信号的电路的第二区域的半导体基板。该半导体装置包括布置在第一区域和第二区域上的绝缘体。该方法包括:第一步骤,在绝缘体的第一部分中形成多个第一开口,使得所述多个第一开口分别与所述多个光电转换部分重叠。该方法包括:第二步骤,在第一步骤之后,在所述多个第一开口中的每个开口中和在绝缘体的第二部分上形成第一构件,其中,绝缘体的第二部分是其布置在第二区域上的部分。该方法包括:第三步骤,至少部分地去除第一构件的一部分,其中,所述第一构件的该部分是其布置在绝缘体的第二部分上的部分。该方法包括:第四步骤,在第三步骤之后,平面化第一区域上方的露出表面和第二区域上方的露出表面。

[0007] 通过下面参照附图对示例性实施例的描述,本发明的另外的特征将会变得清楚。

附图说明

- [0008] 图 1A 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0009] 图 1B 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0010] 图 1C 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0011] 图 2A 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0012] 图 2B 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0013] 图 2C 表示根据第一实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0014] 图 3 是根据第一实施例的固态图像拾取装置的平面结构的示意图。
- [0015] 图 4A 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0016] 图 4B 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0017] 图 4C 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0018] 图 5A 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0019] 图 5B 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0020] 图 5C 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0021] 图 6A 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0022] 图 6B 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。
- [0023] 图 6C 表示根据第二实施例制造固态图像拾取装置的方法。

具体实施方式

[0024] 本发明涉及半导体装置制造方法。更具体地讲,该制造方法能够应用于这样的构造:半导体基板上的绝缘体具有其中多个开口以第一密度布置的第一区域和其中多个开口以小于第一密度的第二密度布置的第二区域,第一区域中的所述多个开口被填充构件填充。第二密度可以是零。在这种构造中,填充构件的膜厚度仅在第二区域中被减小。

[0025] 本发明的实施例能够应用于例如制造固态图像拾取装置的方法。固态图像拾取装置是包括半导体基板的半导体装置,在半导体基板上,布置有多个光电转换部分。更具体地讲,该制造方法可应用于这样的情况:例如,通过形成分别与所述多个光电转换部分对应的开口并在开口中填充高折射率材料,来形成光波导。在这种情况下,上述第二区域对应于布置有用于处理光电转换部分中所生成的信号的电路的外围区域。因此,在该外围区域中,通常不形成用于形成光波导的开口,或者即使形成开口,也是以比图像拾取区域中的密度小的密度形成开口。

[0026] 以下将结合制造固态图像拾取装置的方法作为示例来描述本发明的实施例。半导体基板 101 包括:图像拾取区域 103,其中布置有多个光电转换部分 105;和外围区域 104,其中布置有用于处理来自光电转换部分 105 的信号。绝缘体布置在半导体基板 101 上。绝缘体包括例如多个层间绝缘膜 113a 至 113e。

[0027] 首先,开口 116 形成在绝缘体中。在绝缘体中,开口 116 形成在分别位于所述多个光电转换部分 105 上面的位置。大量的光电转换部分 105 能够布置在图像拾取区域 103 中。因此,图像拾取区域 103 中的开口 116 的密度高于外围区域 104 中的开口 116 的密度。

[0028] 接下来,第一波导构件 118 形成在形成有开口的绝缘体上。第一波导构件 118 形成在布置在图像拾取区域 103 上的绝缘体上,使得第一波导构件 118 填充开口 116 的里面。

第一波导构件 118 还形成在布置在外围区域 104 上的绝缘体上。此时,不必要求开口 116 的里面被第一波导构件 118 完全填充。在开口 116 的里面的一部分中可留下空隙。

[0029] 去除第一波导构件 118 的一部分(从上方(即,外围区域 104 上方)观察,该部分布置在外围区域 104 中)。例如,蚀刻或者剥离能够被用作去除第一波导构件 118 的方法。以下将根据从上方(俯视)并且在其深度方向上观看相关部分的视点来描述第一波导构件 118 的该部分(该部分被去除)。

[0030] 如俯视所观察的,第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分被至少部分地去除。在一个实施例中,第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分被大部分去除。此外,第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分可以被完全去除。

[0031] 关于在深度方向上的去除程度,去除第一波导构件 118 的至少一部分。换句话说,位于外围区域 104 中的第一波导构件 118 的膜厚度被减小。第一波导构件 118 被去除至这样的程度:部分地留下第一波导构件 118 并且不露出下面的绝缘体。然而,第一波导构件 118 可以在深度方向上被完全去除。换句话说,可去除第一波导构件 118 直至露出下面的绝缘体。

[0032] 在去除第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分之后,图像拾取区域 103 和外围区域 104 被平面化或平坦化。

[0033] 利用上述制造方法获得的有益效果如下。当第一波导构件 118 形成在以彼此很不同的密度布置开口 116 的不同表面(诸如,由图像拾取区域 103 和外围区域 104 代表的表面)中时,在开口 116 的密度高的表面和开口 116 的密度低的表面之间发生大的层面差。由于这个原因,该层面差不能通过在相关技术中执行的平面化步骤而被令人满意地减小。

[0034] 相比之下,根据本发明的实施例,第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分被去除。第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分对应于位于更高层面的部分。利用这种去除步骤,图像拾取区域 103 和外围区域 104 之间的层面差能够在平面化步骤开始之前被减小到某个程度。结果,在随后的平面化步骤中,能够令人满意地平面化或平坦化露出表面。

[0035] 通常,在制造半导体装置的方法中,多个芯片形成在一个晶片上。在固态图像拾取装置中,特别地,在相对长的时段交替地布置图像拾取区域 103 和外围区域 104。因此,层面差也常常趋于在相对长的时段发生。难以通过例如 CMP(化学机械抛光)来减小该类型的层面差。因此,在相关技术的制造固态图像拾取装置的方法中,上述平面化步骤的问题更加显著。由于这个原因,把本发明的实施例应用于制造固态图像拾取装置的方法是非常有益的。

[0036] 需要注意的是,本发明的实施例不限于制造固态图像拾取装置的方法。例如,当通过稍后描述的镶嵌工艺形成布线时,金属膜形成在形成有开口的绝缘体上。此时,如果存在形成在绝缘体中的开口的密度的分布,则金属膜可以在开口的密度高的部分中形成为相对较薄并且在开口的密度低的部分中形成为相对较厚。不仅在固态图像拾取装置中,而且在一般半导体装置中,镶嵌工艺被广泛用作形成布线的方法。本发明的实施例能够应用于制造这些半导体装置的过程以便减小层面差。

[0037] 尽管在下面描述电子是信号电荷的情况,但信号电荷可以是空穴。当空穴是信号电荷时,仅通过颠倒每个半导体区域的导电类型,下面的描述类似地可适用。

[0038] 以下将参照附图描述根据本发明第一实施例的制造固态图像拾取装置的方法。图 1A 至 1C 和 2A 至 2C 是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装置的截面结构的示意图。

[0039] 固态图像拾取装置 100 包括半导体基板 101。半导体基板 101 是构成固态图像拾取装置的部件之中由半导体材料制成的部分。半导体基板包括通过利用普通半导体制造工艺在半导体晶片形成半导体区域而获得的基板。半导体材料是例如硅。半导体材料和另一材料之间的界面是半导体基板 101 的主表面 102。所述另一材料是例如以与半导体基板接触的方式布置在半导体基板上的热氧化膜。

[0040] 在这个实施例中,普通半导体基板能够被用作半导体基板 101。P 型半导体区域和 N 型半导体区域布置在半导体基板 101 中。标号 102 表示半导体基板 101 的主表面。在这个实施例中,半导体基板 101 的主表面 102 由半导体基板 101 和堆叠在半导体基板 101 上的热氧化膜(未示出)之间的界面提供。半导体基板 101 包括:图像拾取区域 103,其中布置有多个像素;和外围区域 104,其中布置有用于处理来自像素的信号的信号处理电路。稍后描述图像拾取区域 103 和外围区域 104。

[0041] 需要注意的是,在本说明书中,术语“平面”是指平行于主表面 102 的平面。例如,布置光电转换部分(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 可被视为基准。在本说明书中,术语“截面”是指与以上定义的平面相交的平面。

[0042] 在获得图 1A 中表示的结构之前的步骤中,半导体区域形成在半导体基板 101 中,并且栅电极和多层布线形成在半导体基板 101 上。光电转换部分 105、浮动扩散区(以下,缩写为“FD”)106 和像素晶体管的阱 107 中的源极/漏极区形成在半导体基板 101 的图像拾取区域 103 中。每个光电转换部分 105 例如具有光电二极管的形式。光电转换部分 105 包括位于半导体基板 101 中的 N 型半导体区域。在光电转换部分 105 的 N 型半导体区域中收集通过光电转换生成的电子。FD106 由另一个 N 型半导体区域构成。在光电转换部分 105 中生成的电子被传送到 FD106 并转换成电压。FD106 以电气方式连接到放大部分的输入节点。另一方面,FD106 可以以电气方式连接到信号输出线。在这个实施例中,FD106 经由插塞 114 以电气方式连接到放大晶体管的栅电极 110b。用于放大信号的放大晶体管的源极和漏极区、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等形成在像素晶体管的阱 107 中。外围晶体管的阱 108 形成在半导体基板 101 的外围区域 104 中。构成信号处理电路的外围晶体管的源极和漏极区形成在外围晶体管的阱 108 中。另外,元件隔离部分 109 可形成在半导体基板 101 中。元件隔离部分 109 在电气方面隔离像素晶体管或外围晶体管与其它元件。通过例如 STI(浅沟槽隔离)或 LOCOS(硅的局部氧化)来形成元件隔离部分 109。

[0043] 另外,在获得图 1A 中表示的结构之前的步骤中,形成传送栅电极 110a 和栅电极 110b。传送栅电极 110a 和栅电极 110b 位于半导体基板 101 上,并且氧化膜(未示出)位于它们之间。每个传送栅电极 110a 控制光电转换部分 105 和 FD106 之间的电荷的传送。栅电极 110b 用作像素晶体管和外围晶体管的各栅极。

[0044] 此外,在获得图 1A 中表示的结构之前的步骤中,保护层 111 形成在半导体基板 101 上。保护层 111 是例如氮化硅膜。保护层 111 可以由包括氮化硅膜和氧化硅膜的多层构成。此外,保护层 111 可具有减小在随后步骤中可能施加在光电转换部分上的损害的功能。另

一方面,保护层 111 可具有抗反射功能。另一方面,保护层 111 可具有在硅化物形成步骤中防止金属的扩散的功能。另外,蚀刻停止构件 117 在与半导体基板 101 相反的一侧形成在保护层 111 的表面上。在一个实施例中,蚀刻停止构件 117 具有比在稍后步骤中形成的开口 116 的底部的面积大的面积。需要注意的是,保护层 111 和蚀刻停止构件 117 不是必需的。

[0045] 然后,形成第一布线层 112a、第二布线层 112b 和所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e。在这个实施例中,通过镶嵌工艺来形成第一布线层 112a 和第二布线层 112b。为了方便解释,所述多个层间绝缘膜从最靠近半导体基板 101 的一侧依次被称为第一至第五层间绝缘膜 113a 至 113e。

[0046] 第一层间绝缘膜 113a 形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。根据需要,第一层间绝缘膜 113a 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面可被平面化或平坦化。通孔形成在第一层间绝缘膜 113a 中。用于以电气方式连接第一布线层 112a 中的导电构件和半导体基板 101 的半导体区域的插塞 114 被布置在通孔中。每个插塞 114 由导电材料制成。插塞 114 由例如钨制成。

[0047] 接下来,第二层间绝缘膜 113b 形成在第一层间绝缘膜 113a 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面上。第二层间绝缘膜 113b 的对应于将要布置第一布线层 112a 中的导电构件的区域的部分通过蚀刻而被去除。之后,用作第一布线层 112a 的材料的金属膜形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。之后,通过例如 CMP 去除该金属膜,直至露出第二层间绝缘膜 113b。利用上述过程,构成第一布线层 112a 中的布线的导电构件被布置为预定图案。

[0048] 然后,第三层间绝缘膜 113c 和第四层间绝缘膜 113d 依次形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。第四层间绝缘膜 113d 的对应于将要布置第二布线层 112b 中的导电构件的区域的部分通过蚀刻而被去除。接下来,第三层间绝缘膜 113c 的对应于将要布置用于以电气方式连接第一布线层 112a 中的导电构件和第二布线层 112b 中的导电构件的插塞的区域的部分通过蚀刻而被去除。之后,用作第二布线层 112b 和插塞的材料的金属膜形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。之后,通过例如 CMP 去除该金属膜,直至露出第四层间绝缘膜 113d。利用上述过程,获得第二布线层 112b 的布线图案和插塞的图案。另一方面,在形成第三层间绝缘膜 113c 和第四层间绝缘膜 113d 之后,对应于将要布置用于以电气方式连接第一布线层 112a 中的导电构件和第二布线层 112b 中的导电构件的插塞的区域的部分可以更早地通过蚀刻而被去除。

[0049] 最后,第五层间绝缘膜 113e 形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。可以通过例如 CMP 来平面化或平坦化第五层间绝缘膜 113e 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面。

[0050] 第一布线层 112a 和第二布线层 112b 可以通过除镶嵌工艺之外的某个其它方法形成。以下描述除镶嵌工艺之外的方法的一个例子。在形成第一层间绝缘膜 113a 之后,用作第一布线层 112a 的材料的金属膜形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。接下来,除了将要布置第一布线层 112a 中的导电构件的区域之外的金属膜的部分通过蚀刻而被去除。结果,获得第一布线层 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。可以平面化或平坦化第三层间绝缘膜 113c 和第五层间绝缘膜 113e 的与半导体基板 101 相反的一侧的各表面。

[0051] 第一布线层 112a 和第二布线层 112b 相对于作为基准的半导体基板 101 的主表面布置在不同高度。在这个实施例中,第一布线层 112a 和第二布线层 112b 中的导电构件都由铜制成。该导电构件可由除铜之外的其它材料制成,只要该材料导电。除了由插塞以电气方式互连的部分之外,第一布线层 112a 和第二布线层 112b 中的导电构件通过第三层间绝缘膜 113c 而彼此绝缘。需要注意的是,布线层的数量不限于两层,并且布线层可以形成成为单个层或者三层或更多层。

[0052] 蚀刻停止膜、金属扩散预防膜或者既具有蚀刻停止功能又具有金属扩散预防功能的膜可被布置在相邻的两个层间绝缘膜之间。在这个实施例中,所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 中的每个层间绝缘膜是氧化硅膜。氮化硅膜用作氧化硅膜的金属扩散预防膜。因此,扩散预防膜 115 布置在相邻的两个层间绝缘膜之间。扩散预防膜 115 不是必须布置的。

[0053] 在图 1B 表示的步骤中,穿过所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的位于光电转换部分 105 上面的各区域形成每个开口 116。在布置扩散预防膜 115 的情况下,开口也形成在扩散预防膜 115 的与光电转换部分 105 对应的区域中。

[0054] 首先,用于蚀刻的掩模图案(未示出)堆叠在第五层间绝缘膜 113e 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面上。除了将要布置开口 116 的区域之外,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将要布置开口 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刻胶。

[0055] 然后,在用于蚀刻的掩模图案被用作掩模的同时,所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 和扩散预防膜 115 被蚀刻。结果,形成开口 116。另一方面,通过在不同条件下把蚀刻重复几次,可形成开口 116。在蚀刻之后可去除用于蚀刻的掩模图案。

[0056] 当布置了蚀刻停止构件 117 时,在图 1B 示出的步骤中执行蚀刻,直至露出蚀刻停止构件 117。在用于蚀刻第一层间绝缘膜 113a 的条件下,蚀刻停止构件 117 的蚀刻速率被设置为小于第一层间绝缘膜 113a 的蚀刻速率。当第一层间绝缘膜 113a 是氧化硅膜时,蚀刻停止构件 117 可以是氮化硅膜或氧氮化硅膜。另外,可通过在不同条件下把蚀刻重复几次,露出蚀刻停止构件 117。

[0057] 关于开口 116 的截面形状,开口 116 不必穿透所有第一至第五层间绝缘膜 113a 至 113e。开口 116 可以是形成在第五层间绝缘膜 113e 中的凹口。另一方面,开口 116 可部分地穿透第一至第五层间绝缘膜 113a 至 113e。开口 116 具有这样的俯视形状:开口 116 的边界具有闭环,例如圆形或矩形。另一方面,开口 116 的俯视形状可以是在两个或更多个光电转换部分 105 上方延伸的凹槽状形状。因此,在本说明书中,当在某一平面中,未布置第五层间绝缘膜 113e 的区域被布置了第五层间绝缘膜 113e 的区域包围或者夹在布置了第五层间绝缘膜 113e 的区域之间时,就说第五层间绝缘膜 113e 具有开口 116。

[0058] 当俯视观察开口 116 时,开口 116 的至少一部分与光电转换部分 105 重叠。换句话说,当开口 116 和光电转换部分 105 投影到同一个平面时,开口 116 和光电转换部分 105 的投影区域在同一个平面中彼此重叠。

[0059] 在这个实施例中,开口 116 形成在与光电转换部分 105 重叠的区域中,并且开口 116 未形成在外围区域 104 中。然而,开口 116 可形成在外围区域 104 中。在这种情况下,

形成在图像拾取区域 103 中的开口 116 的密度被设置成高于形成在外围区域 104 中的开口 116 的密度。开口 116 的密度能够被确定为每单位面积布置的开口 116 的数量。另一方面，开口 116 的密度可被确定为由开口 116 占据的面积的比例。

[0060] 在图 1C 示出的步骤中，第一波导构件 118 形成在开口 116 里面并形成在第五层间绝缘膜 113e 上。更具体地讲，第一波导构件 118 形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。第一波导构件 118 能够例如通过膜形成工艺（诸如，CVD（化学气相沉积）或溅射）或者通过涂覆诸如由聚酰亚胺基高聚物代表的有机材料而形成。第一波导构件 118 可在不同条件下通过多个步骤形成。在这种情况下，例如，可在适合增加相对于下面的层的粘附的条件下在第一步骤中形成第一波导构件 118，并且可在适合改善填充开口 116 的里面的特性的条件下在随后的步骤中形成第一波导构件 118。另一方面，可通过依次形成不同类型的材料来形成第一波导构件 118。例如，可通过以下方式来形成第一波导构件 118：首先沉积氮化硅膜，然后沉积具有更高填充特性的有机材料。当在图 1B 的步骤中蚀刻第一层间绝缘膜 113a 直至露出蚀刻停止构件 117 时，第一波导构件 118 布置为与蚀刻停止构件 117 接触。

[0061] 第一波导构件 118 的材料具有比层间绝缘膜 113a 至 113e 的材料的折射率高的折射率。当层间绝缘膜 113a 至 113e 是氧化硅膜时，第一波导构件 118 的材料能够是例如氮化硅膜或聚酰亚胺基有机材料。氮化硅膜的折射率处于 1.7 至 2.3 的范围内。周围的氧化硅膜的折射率处于 1.4 至 1.6 的范围内。因此，入射在第一波导构件 118 和每个层间绝缘膜 113a 至 113e 之间的界面的光在 Snell 定律的基础上被反射。结果，光能够被封闭在第一波导构件 118 里面。另外，氮化硅膜的氢含量能够被增加，使得通过氢供给效应来消除基板中的悬键。这对于减小噪声（诸如，白缺陷）是有效的。聚酰亚胺基有机材料的折射率大约为 1.7。聚酰亚胺基有机材料的填充特性优于氮化硅膜的填充特性。希望从制造工艺的角度考虑到光学特性（诸如，折射率的差异）和有益效果之间的平衡而适当地选择第一波导构件 118 的材料。

[0062] 以下将描述所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 和填充在开口 116 中的第一波导构件 118 之间的位置关系。在某个平面内，布置有第一波导构件 118 的区域被布置有所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的区域包围或者夹在布置有所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的区域之间。换句话说，在与光电转换部分 105 和填充在开口 116 中的第一波导构件 118 布置为成一直线的方向相交的方向上，所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的各自第一部分、其不同于第一部分的各自第二部分和填充在开口 116 中的第一波导构件 118 布置为成一直线。与光电转换部分 105 和填充在开口 116 中的第一波导构件 118 布置为成一直线的方向相交的方向是例如与半导体基板 101 的主表面 102 平行的方向。

[0063] 第一波导构件 118 布置在位于半导体基板 101 上的光电转换部分 105 上面的位置。所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 布置在第一波导构件 118 周围。形成第一波导构件 118 的材料的折射率高于形成所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的材料的折射率。利用这种折射率的关系，在入射在第一波导构件 118 上的光之中，泄漏到所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的光的量能够被减小。因此，当第一波导构件 118 的至少一部分布置为与光电转换部分 105 重叠时，入射在光电转换部分 105 上的光的量能够被增加。

[0064] 第一波导构件 118 的折射率并不总是需要高于所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的折射率。第一波导构件 118 能够用作光波导，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。例如,用于反射入射光的构件可形成在开口 116 的内部侧壁上,并且第一波导构件 118 可填充在开口 116 的其余里面。另一方面,气隙可存在于填充在开口 116 中的第一波导构件 118 和所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 之间。该气隙可保持在真空状态或者可以充有气体。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所述多个层间绝缘膜 113a 至 113e 的材料的折射率可以按照它们之间的任何大小关系设置。

[0065] 接下来,在图 2A 示出的步骤中,去除第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分。在这个步骤中,蚀刻掩模(未示出)首先堆叠在第一波导构件 118 上。蚀刻掩模在与外围区域 104 对应的位置具有开口。第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分随后通过蚀刻而被去除。

[0066] 此时,蚀刻第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分,使得第一波导构件 118 剩下预定膜厚度。利用预定膜厚度的第一波导构件 118 的存在,能够减小可能由蚀刻施加于半导体基板侧的损害。另一方面,可去除第一波导构件 118 直至露出第五层间绝缘膜 113e。

[0067] 在这个实施例中,第一波导构件 118 的位于整个外围区域 104 上的部分被蚀刻。换句话说,蚀刻掩模未布置在外围区域 104 中。因此,希望蚀刻相对较大的面积。然而,第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分可被部分地去除。这里,术语“面积”是指在平面中测量的面积。

[0068] 去除第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分的方法不限于蚀刻。例如,剥离可用于去除第一波导构件 118 的该部分。在剥离的情况下,更具体地讲,在形成第一波导构件 118 之前,在外围区域 104 中形成底膜。通过在形成第一波导构件 118 之后去除底膜,也同时去除布置在底膜上的第一波导构件 118。

[0069] 在图 2A 示出的步骤中,也可以去除第一波导构件 118 的位于图像拾取区域 103 中的部分。

[0070] 在图 2B 示出的步骤中,第一波导构件 118 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面被平面化或平坦化。通过例如 CMP、抛光或蚀刻来执行第一波导构件 118 的平面化。在这个实施例中,通过 CMP 来平面化或平坦化第一波导构件 118。

[0071] 在图 2B 示出的步骤中,第一波导构件 118 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面不必是完全平坦的。通过平面化步骤,减小了在平面化之前第一波导构件 118 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面的层面差。例如,在外围区域 104 中,平面化之后的第一波导构件 118 的膜厚度可以处于 200nm 至 500nm 的范围内。此外,在图像拾取区域 103 的未布置有开口 116 的区域中,平面化之后的第一波导构件 118 的膜厚度可以处于 50nm 至 350nm 的范围内。

[0072] 在这个实施例中,当执行平面化步骤时,露出第一波导构件 118 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面。因此,布置在图像拾取区域 103 上方(即,从上方观察,布置在图像拾取区域 103 中)的第一波导构件 118 的露出表面和布置在外围区域 104 上方(即,从上方观察,布置在外围区域 104 中)的第一波导构件 118 的露出表面被平面化或平坦化。当另一构件形成在第一波导构件 118 上时,所述另一构件的露出表面被平面化或平坦化。另一方面,当在图 2A 的步骤中去除第一波导构件 118 直至露出下面的第五层间绝缘膜 113e 时,第五层间绝缘膜 113e 的露出表面被平面化或平坦化。

[0073] 可执行图 2B 的步骤中的平面化,使得位于图像拾取区域 103 上方的露出表面和位于外围区域 104 上方的露出表面之间的层面差减小。另一方面,可以在包括位于图像拾取区域 103 上方的露出表面的平面中执行平面化,同时可以在包括位于外围区域 104 上方的露出表面的平面中执行平面化。

[0074] 接下来,在获得图 2C 中表示的结构之前的步骤中,形成第六层间绝缘膜 119、第三布线层 121c 和层内透镜 120。首先,第六层间绝缘膜 119 形成在第一波导构件 118 上。第六层间绝缘膜 119 由与第五层间绝缘膜 113e 的材料相同的材料制成。在这个实施例中,第六层间绝缘膜 119 是氧化硅膜。然后形成通孔,在该通孔中,将要布置用于以电气方式连接第二布线层 112b 中的预定导电构件和第三布线层 121c 中的预定导电构件的插塞 121。插塞 121 随后形成在该通孔中。

[0075] 接下来,形成第三布线层 121c。在这个实施例中,第三布线层 121c 中的导电构件由铝制成。能够通过适当地使用以上在形成第一布线层 121a 或第二布线层 112b 的步骤中描述的方式来形成第三布线层 121c。

[0076] 另外,形成层内透镜 120。层内透镜 120 布置成分别对应于光电转换部分 105。每个层内透镜 120 由例如氮化硅膜形成。能够通过使用普通方法之一来形成层内透镜 120。之后,在与半导体基板 101 相反的一侧在层内透镜 120 上方形成滤色器、微透镜等。

[0077] 图 3 是根据第一实施例的固态图像拾取装置的平面结构的示意图。沿图 3 中的线 I、II-I、II 获得的截面表示在图 1A 至 2C 中。

[0078] 在图 3 中,固态图像拾取装置 100 包括图像拾取区域 103 和外围区域 104。图像拾取区域 103 可进一步包括光接收区域 103a 和光屏蔽区域 103b。许多像素以二维方式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分被屏蔽从而光无法到达这些光电转换部分。来自光屏蔽区域 103b 中的像素的信号能够被用作黑色电平的基准。

[0079] 外围区域 104 是除图像拾取区域 103 之外的区域。在这个实施例中,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、定时发生器 307 和多个焊盘 308 布置在外围区域 104 中。这些电路等用于处理来自像素的信号。这些电路等中的一些电路可被省掉。

[0080] 在这个实施例中,去除第一波导构件 118 的区域被表示为图 3 中虚线外面的区域 301。如图 3 中所示,外围区域 104 的大部分被设置为上述区域 301。

[0081] 在这个实施例中,在形成第一波导构件 118 时,开口 116 已经形成在将会位于第一波导构件 118 下方的表面中。开口 116 仅布置在图像拾取区域 103 中。另一方面,布置在图像拾取区域 103 中的开口 116 的密度高于布置在外围区域 104 中的开口 116 的密度。与形成较大数量的开口 116 的区域相比,在形成较小数量的开口 116 的区域中以更大的厚度形成第一波导构件 118。因此,层面差发生在形成较大数量的开口 116 的区域(即,图像拾取区域 103)和形成较小数量的开口 116 的区域(即,外围区域 104)之间。通过去除第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分,能够减小这种层面差。

[0082] 第一实施例的修改

[0083] 在图 2B 中表示的步骤之后,即在第一波导构件 118 的平面化之后,作为附加步骤,可以去除第一波导构件 118 的形成在外围区域 104 中的部分。特别地,在该附加步骤中,位

于将要布置插塞 121 的位置以及位于相对于将要布置插塞 121 的位置在预定距离内的部分的第一波导构件 118 被去除。之后,形成第六层间绝缘膜 119。

[0084] 通过执行上述步骤,变得更容易形成将要布置插塞 121 的通孔。以下简要地讨论原因。如果在形成第六层间绝缘膜 119 之前未去除第一波导构件 118,则第五层间绝缘膜 113e、第一波导构件 118 和第六层间绝缘膜 119 以从更靠近半导体基板 101 的一侧按这种次序堆叠的状态存在。考虑到这种结构,在适合各个层的不同条件下的三个去除步骤(例如,三个蚀刻步骤)用于形成该通孔。相比之下,通过去除第一波导构件 118 并随后形成第六层间绝缘膜 119,获得这样的结构:在将要形成通孔的区域中,第五层间绝缘膜 113e 和第六层间绝缘膜 119 从更靠近半导体基板 101 的一侧按这种次序堆叠。因此,通过使用相同材料形成第五层间绝缘膜 113e 和第六层间绝缘膜 119,能够在相同条件下执行用于形成该通孔的去除步骤。因此,通过两个去除步骤(包括早前的去除第一波导构件 118 的步骤)能够形成该通孔。

[0085] 第二实施例

[0086] 以下将参照图 4A 至 6C 描述根据本发明第二实施例的制造固态图像拾取装置的方法。图 4A 至 6C 是根据第二实施例的制造方法的连续步骤中的固态图像拾取装置的截面结构的示意图。需要注意的是,图 4A 至 6C 中与图 1A 至 2C 中的部件具有相同功能的部件由相同标号表示并且省略这些部件的详细描述。

[0087] 图 4A 表示与关于第一实施例的图 2A 中表示的步骤相同的步骤。换句话说,图 4A 表示这样的状态:第一波导构件 118 的形成在外围区域 104 中的部分已被去除。图 4A 中表示的步骤之前的根据第二实施例的制造方法中的步骤与关于第一实施例的图 1A 至 2A 中表示的步骤相同。

[0088] 在图 4B 表示的步骤中,第二波导构件 122 形成在第一波导构件 118 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面上。第二波导构件 122 形成在图像拾取区域 103 和外围区域 104 中。在这个实施例中,形成第一波导构件 118 的步骤和形成第二波导构件 122 的步骤的不同之处在于:在形成第二波导构件 122 的步骤之前,已执行去除第一波导构件 118 的位于外围区域 104 中的部分的步骤。因此,可通过使用与第一波导构件 118 的材料相同的材料来形成第二波导构件 122。另外,可以以与形成第一波导构件 118 的方式相同的方式来形成第二波导构件 122。另一方面,可通过使用与第一波导构件 118 的材料不同的材料来形成第二波导构件 122,并且可以以与形成第一波导构件 118 的方式不同的方式来形成第二波导构件 122。

[0089] 在这个实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 由相同材料制成。更具体地讲,第二波导构件 122 由氮化硅制成。在这种情况下,能够通过 CVD 或者溅射来形成第二波导构件 122。另一方面,可以通过涂覆由聚酰亚胺基高聚物代表的有机材料来形成第二波导构件 122。

[0090] 在这个实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 都通过 CVD 形成。然而,在这两种情况之间,CVD 的工艺条件不同。可通过在不同条件下执行多个步骤来形成第二波导构件 122。另外,可通过依次涂覆多种不同材料来形成第二波导构件 122。

[0091] 图 4C 表示在形成第二波导构件 122 之后的平面化步骤。在这个实施例中,通过 CMP 来平面化或平坦化第二波导构件 122 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面。能够通

过普通方法之一来执行平面化。例如,可通过抛光或蚀刻来执行平面化。通过平面化,可露出第一波导构件 118 或者与第二波导构件 122 相比更靠近半导体基板 101 的一侧的某个其它构件。在这个实施例中,在外围区域 104 中露出第一波导构件 118。第二波导构件 122 留在图像拾取区域 103 中。然而,第二波导构件 122 也可以留在外围区域 104 中。

[0092] 在图 4C 表示的步骤中,第二波导构件 122 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面不必是完全平坦的。仅要求通过平面化步骤来减小在平面化之前第二波导构件 122 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面的层面差。例如,在外围区域 104 中,在平面化之后的第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的总膜厚度可以处于 200nm 至 500nm 的范围内。此外,在图像拾取区域 103 的未布置开口 116 的区域中,在平面化之后的第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的总膜厚度可以处于 50nm 至 350nm 的范围内。

[0093] 在这个实施例中,当执行平面化步骤时,露出第二波导构件 122 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面。当另一构件形成在第二波导构件 122 上时,所述另一构件的露出表面被平面化或平坦化。

[0094] 在图 5A 表示的步骤中,形成低折射率构件 123。低折射率构件 123 的折射率低于布置在与低折射率构件 123 相比更靠近半导体基板 101 的一侧并且布置为与低折射率构件 123 接触的构件的折射率。换句话说,布置在与低折射率构件 123 相比更靠近半导体基板 101 的一侧并且布置为与低折射率构件 123 接触的构件是在形成低折射率构件 123 时露出的构件。在这个实施例中,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 都对应于上述构件。因此,在这个实施例中,低折射率构件 123 的折射率低于第一波导构件 118 和第二波导构件 122 的折射率。实际上,低折射率构件 123 由氧氮化硅膜形成。氧氮化硅膜具有大约 1.72 的折射率。需要注意的是,低折射率构件 123 不是必需的。当未布置低折射率构件 123 时,能够省略图 5A 中表示的步骤。

[0095] 在图 5B 表示的步骤中,第一波导构件 118 的形成在外围区域 104 中的部分、第二波导构件 122 的形成在外围区域 104 中的部分或者这两个部分被去除。特别地,在这个步骤中,位于将要布置插塞 121(稍后描述)的位置以及位于相对于将要布置插塞 121 的位置在预定距离内的各部分的第一波导构件 118 和第二波导构件 122 被去除。另外,当布置了低折射率构件 123 时,低折射率构件 123 的位于外围区域 104 中的部分也被去除。

[0096] 根据这个步骤之前的步骤,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 之一可以不布置在外围区域 104 中。在这种情况下,第一波导构件 118 和第二波导构件 122 之中位于外围区域 104 中的另一个被去除。

[0097] 能够通过使用普通方法之一来执行去除步骤。在这个实施例中,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 中的各部分通过例如蚀刻被去除。

[0098] 在图 5C 表示的步骤中,形成第七层间绝缘膜 124。第七层间绝缘膜 124 由与第五层间绝缘膜 113e 的材料相同的材料形成。当必要时,第七层间绝缘膜 124 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面可被平面化或平坦化。

[0099] 通过执行图 5B 和 5C 中表示的步骤,变得更容易形成将要布置插塞 121 的通孔 125(稍后描述)。以下简要地讨论原因。如果在形成第七层间绝缘膜 124 之前未去除第一波导构件 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。考虑到这种结构,在适合各个层的不同条件下的去除步骤(例如,蚀刻步骤)在一些情况下用于形成通孔 125。相比之下,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 并随后形成第七层间绝缘膜 124,在将要形成通孔 125 的区域中,第五层间绝缘膜 113e 和第七层间绝缘膜 124 布置为彼此接触。因此,通过使用相同材料来形成第五层间绝缘膜 113e 和第七层间绝缘膜 124,能够利用一个过程来执行形成通孔 125 的步骤。因此,通过两个去除步骤(包括先前的去除第一波导构件 118 的步骤)能够形成通孔 125。结果,能够更容易地形成通孔 125 并且简化了制造步骤。

[0100] 在图 6A 表示的步骤中,在位于第二布线层 112b 中的预定导电构件上面的位置,通孔 125 形成在第七层间绝缘膜 124 中。通孔 125 通过例如蚀刻而形成。

[0101] 在获得图 6B 中表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,插塞 121 形成在通孔 125 中。插塞 121 以电气方式连接第二布线层 112b 中的预定导电构件和第三布线层 121c 中的预定导电构件。

[0102] 接下来,形成第三布线层 121c。在这个实施例中,第三布线层 121c 中的导电构件由铝制成。能够通过适当地使用以上在形成第一布线层 121a 或第二布线层 112b 的步骤中描述的方式来形成第三布线层 121c。第三布线层 121c 中的导电构件可由除铝之外的金属制成。

[0103] 另外,在获得图 6B 中表示的结构之前的步骤中,形成层内透镜 120。层内透镜 120 布置为分别对应于光电转换部分 105。每个层内透镜 120 由例如氮化硅膜形成。能够通过使用普通方法之一来形成层内透镜 120。在这个实施例中,形成层内透镜 120 的材料也布置在外围区域 104 中。然而,形成层内透镜 120 的材料可仅布置在图像拾取区域 103 中。

[0104] 在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间,可布置具有前面二者的折射率之间的中间折射率的中间构件。在这个实施例中,氮化硅膜(未示出)布置在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间。更具体地讲,氮化硅膜(即,层内透镜 120)的折射率为大约 2.00,氮化硅膜(即,中间构件)的折射率为大约 1.72,并且氧化硅膜(即,第七层间绝缘膜 124)的折射率为大约 1.45。

[0105] 上述布置在减小反射率方面有效。以下简要地讨论这一点。通常,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,反射率随着 n_1 和 n_2 之差增加而增加。当具有中间折射率的中间构件布置在层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 之间时,在相邻两种介质之间的界面的折射率差减小。结果,与当层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 布置为直接彼此接触时的反射率相比较,当光从层内透镜 120 进入到第七层间绝缘膜 124 时的反射率能够被减小。类似地,通过在第七层间绝缘膜 124 和第二波导构件 122 之间提供具有前面二者的折射率之间的中间折射率的低折射率构件 123,减小在相邻两种介质之前的界面的折射率。结果,能够减小当光从第七层间绝缘膜 124 进入到第二波导构件 122 时的反射率。

[0106] 通过提供中间构件所导致的反射率减小的程度根据中间构件的膜厚度 d 、中间构件的折射率 N 和入射光的波长 p 之间的关系而变化。原因在于:来自多个界面的多反射光彼此抵消。理论上,假定 k 是等于或大于 0 的任意整数,则当满足由下面公式 (1) 表达的条件时反射率被最小化:

$$[0107] \quad d = \frac{p}{4N} (2k + 1) \quad \dots (1)$$

[0108] 换句话说,当中间构件的膜厚度是 $p/4N$ 的奇数倍时,反射率在理论上被最小化。因此,能够在以上公式 (1) 的基础上设置中间构件的膜厚度。特别地,中间构件的膜厚度满足下面的公式 (2)。在一个实施例中,在公式 (2) 中满足 $k = 0$ 。

$$[0109] \quad \frac{p}{4N} (2k + 0.5) < d < \frac{p}{4N} (2k + 1.5) \quad \dots (2)$$

[0110] 这里假设例如这样的例子:第七层间绝缘膜 124 的折射率是 1.45,中间构件的折射率是 1.72,层内透镜 120 的折射率是 2.00,并且入射光的波长是 550nm。在这种条件下,当中间构件的膜厚度是 80nm 时,光从层内透镜 120 透射到第七层间绝缘膜 124 的透射率大约为 1.00。另一方面,当层内透镜 120 和第七层间绝缘膜 124 布置为直接彼此接触时,透射率大约为 0.97。

[0111] 在获得图 6C 中表示的结构之前的步骤中,形成滤色器 127a 和 127b 以及微透镜 128。首先,第八绝缘膜 126 形成在层内透镜 120 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面上。第八绝缘膜 126 由例如有机材料制成。第八绝缘膜 126 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面被平面化或平坦化。例如,通过涂覆用于形成第八绝缘膜 126 的有机材料,能够形成在与半导体基板 101 相反的一侧具有平面化的表面的第八绝缘膜 126。

[0112] 接下来,形成滤色器 127a 和 127b。滤色器 127a 和 127b 布置为对应于光电转换部分 105。穿过滤色器 127a 的光的波长可不同于穿过滤色器 127b 的光的波长。然后,微透镜 128 形成在滤色器 127a 和 127b 的与半导体基板 101 相反的一侧的表面上。能够通过使用普通方法之一来形成微透镜 128。

[0113] 利用根据这个实施例的制造方法,变得更容易在形成第一波导构件 118 之后平面化第一波导构件 118 的表面。因此,当形成层内透镜 120、滤色器 127a 和 127b 以及微透镜 128 时,这些构件能够形成在具有高平坦性的底层上。因此,能够以高准确性形成层内透镜 120、滤色器 127a 和 127b 以及微透镜 128。结果,能够提高图像质量。

[0114] 第二实施例的修改

[0115] 在第二实施例中,在形成第二波导构件 122 之后执行图 4C 中表示的平面化步骤。然而,可在图 4A 中表示的步骤之后执行平面化,并且在之后形成第二波导构件 122。

[0116] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明,但应该理解,本发明不限于公开的示例性实施例。下面的权利要求的范围应该被给予最广泛的解释以包含所有这种修改以及等同结构和功能。

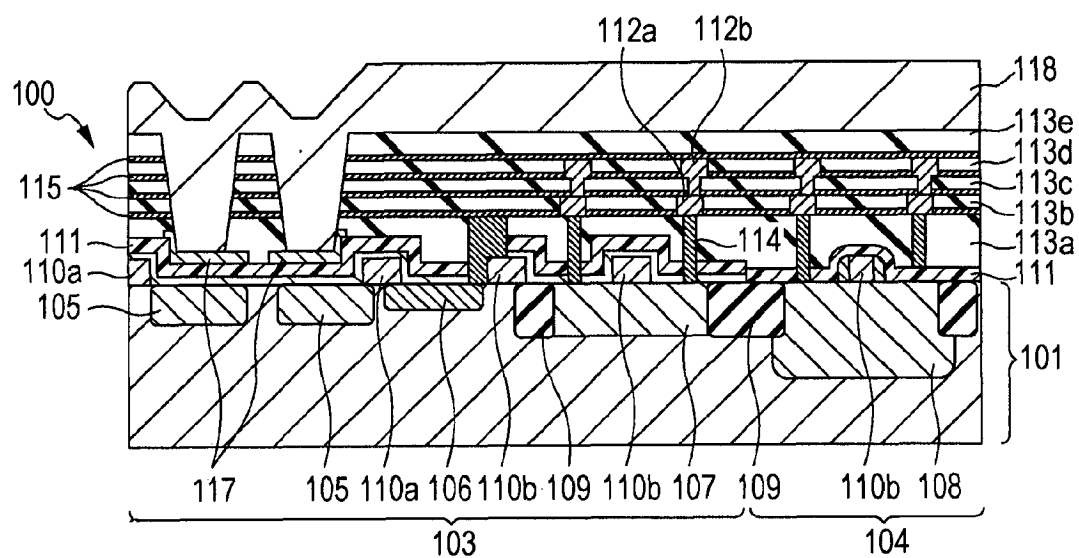


图 1C

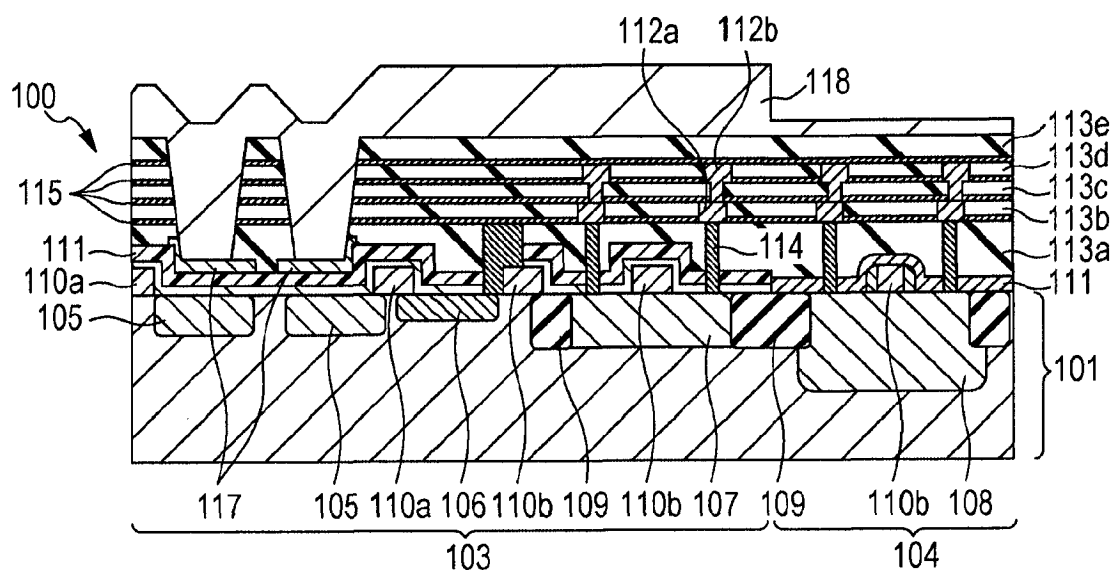


图 2A

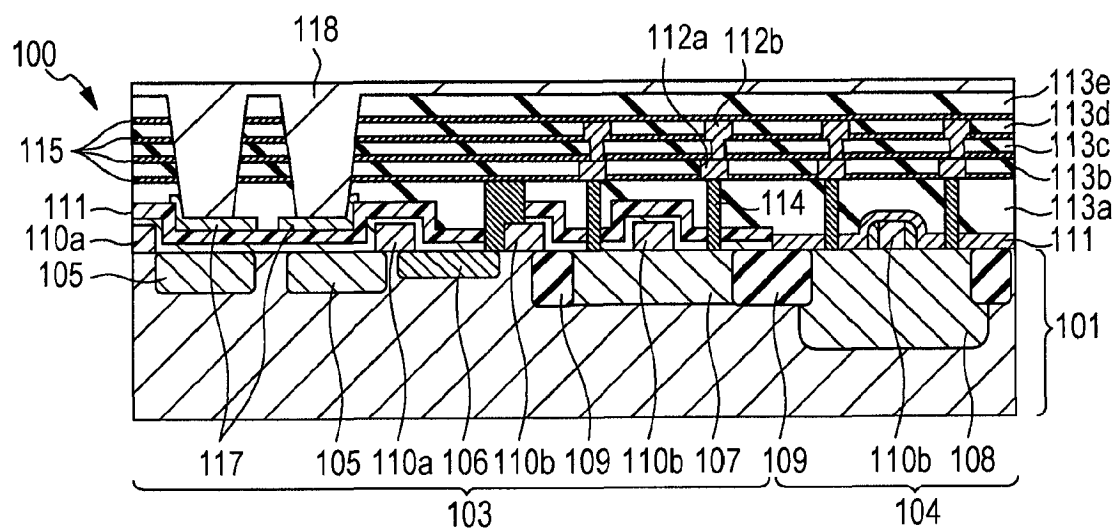


图 2B

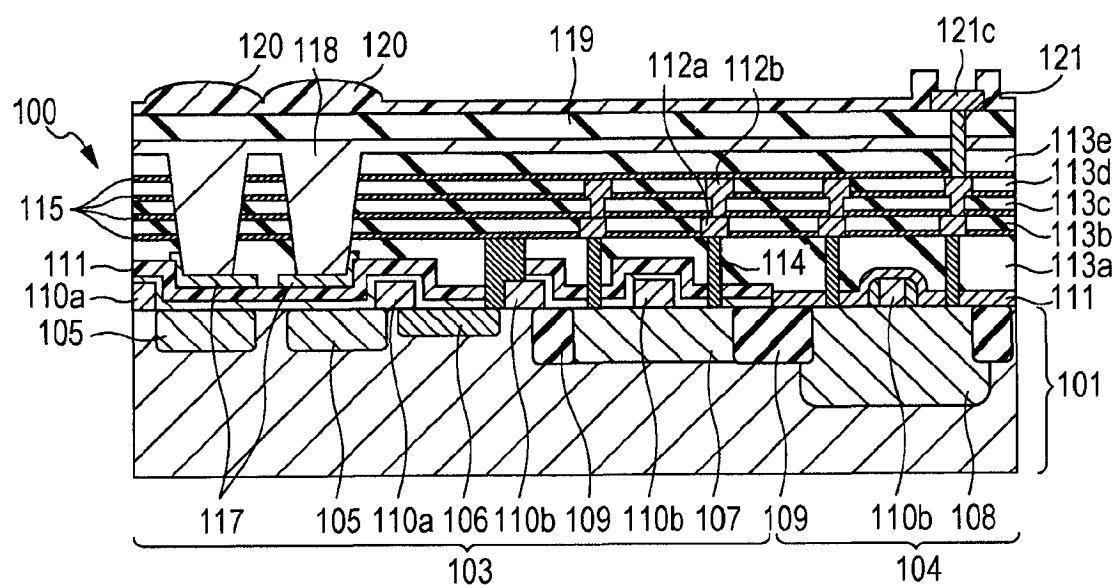


图 2C

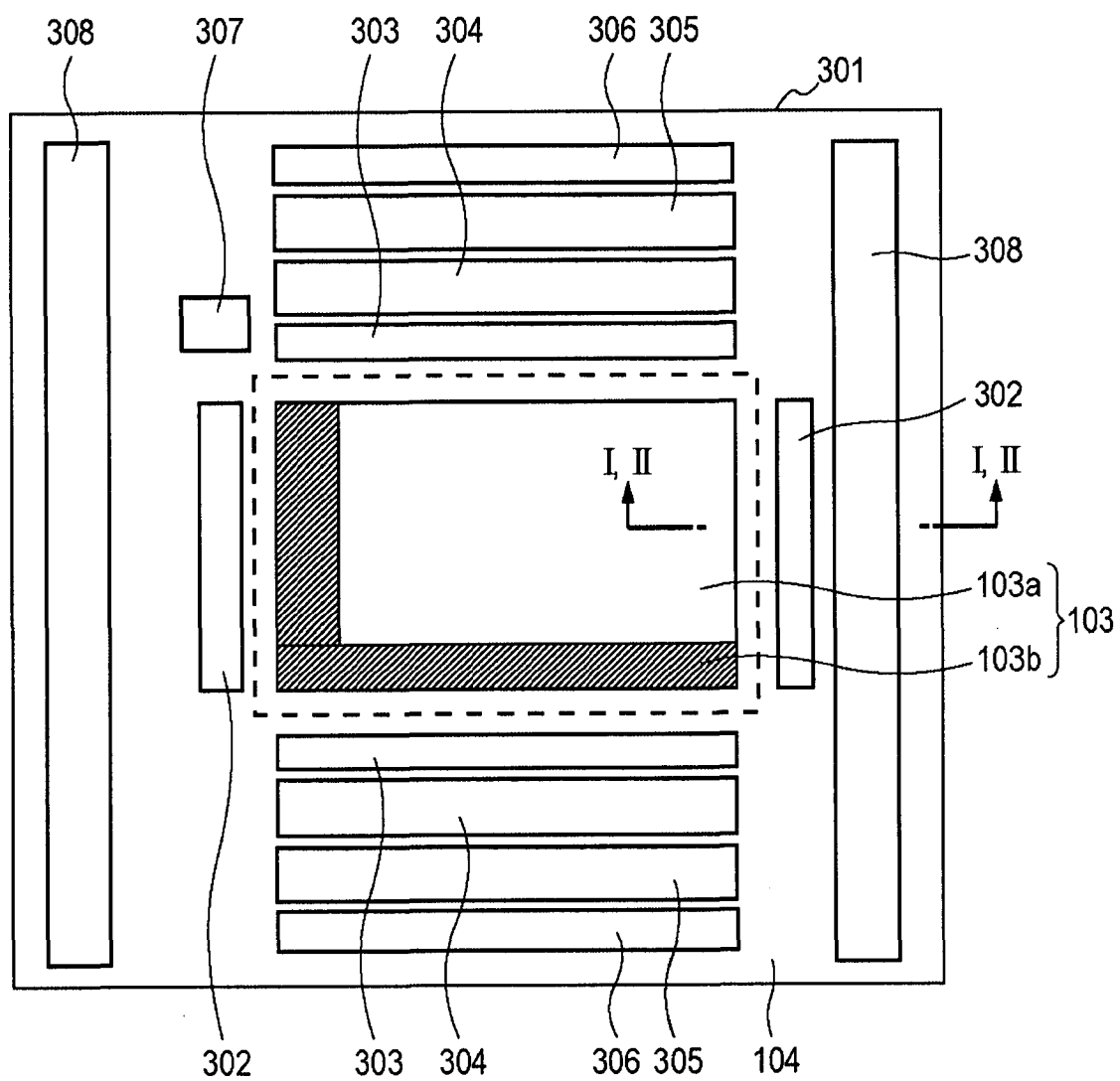


图 3

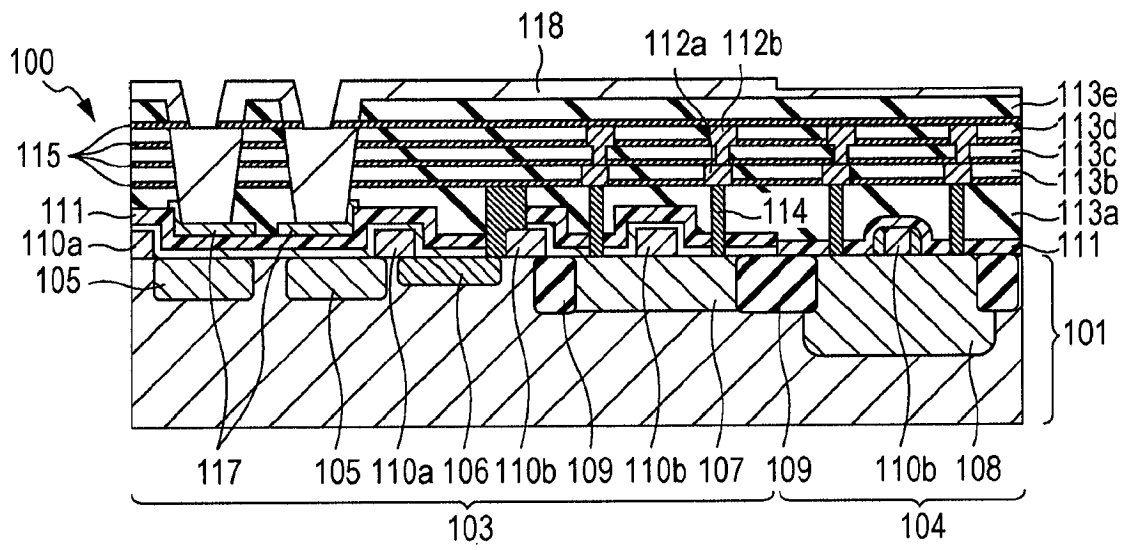


图 4A

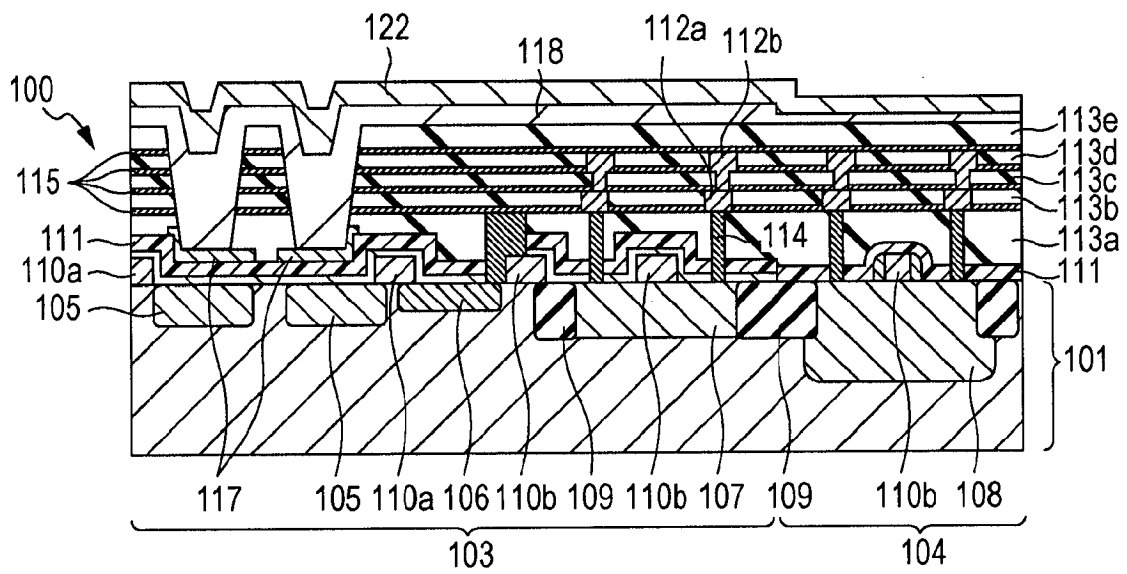


图 4B

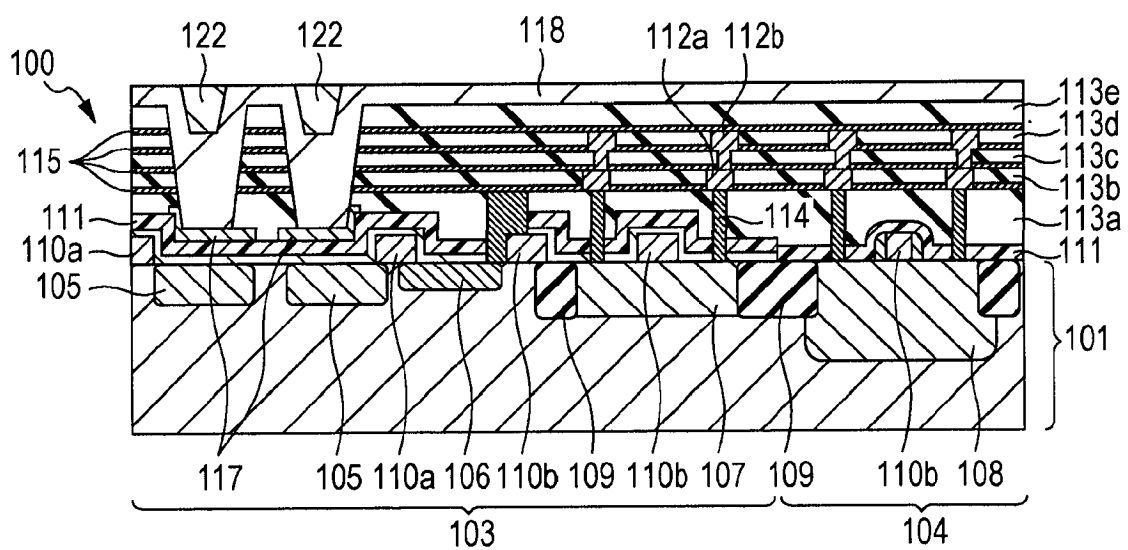


图 4C

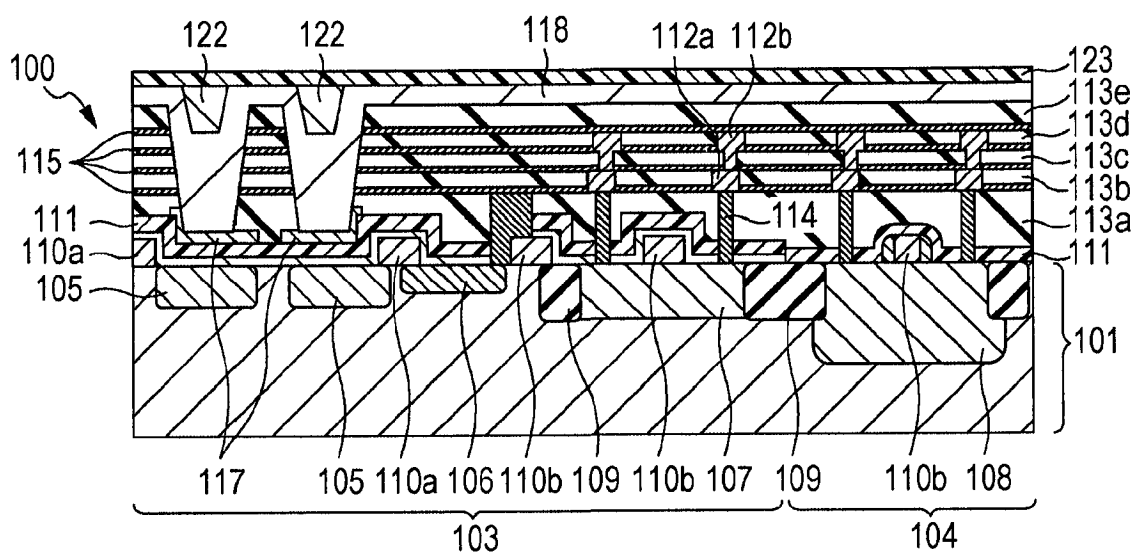


图 5A

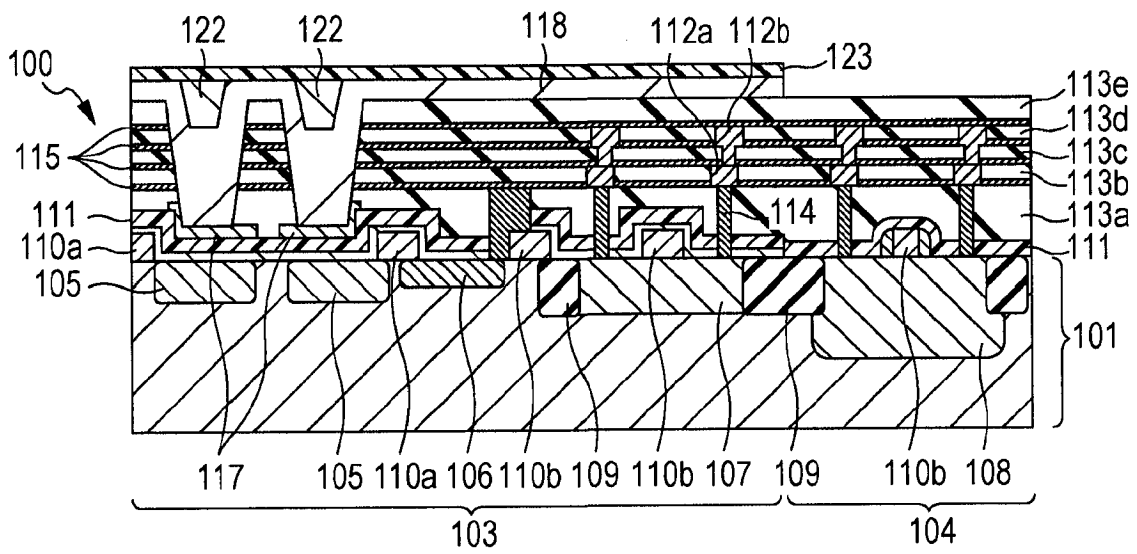


图 5B

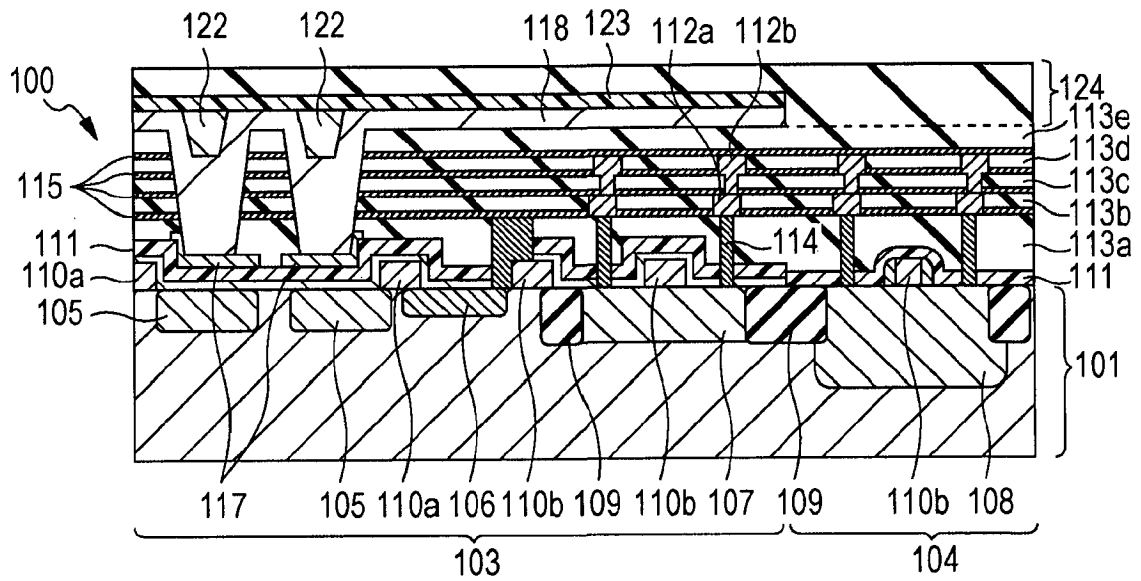


图 5C

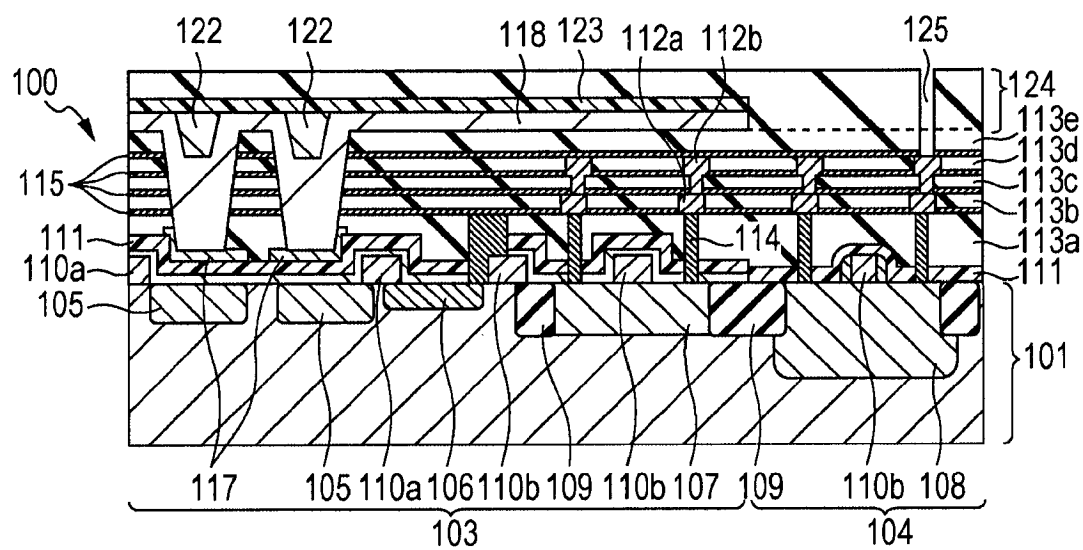


图 6A

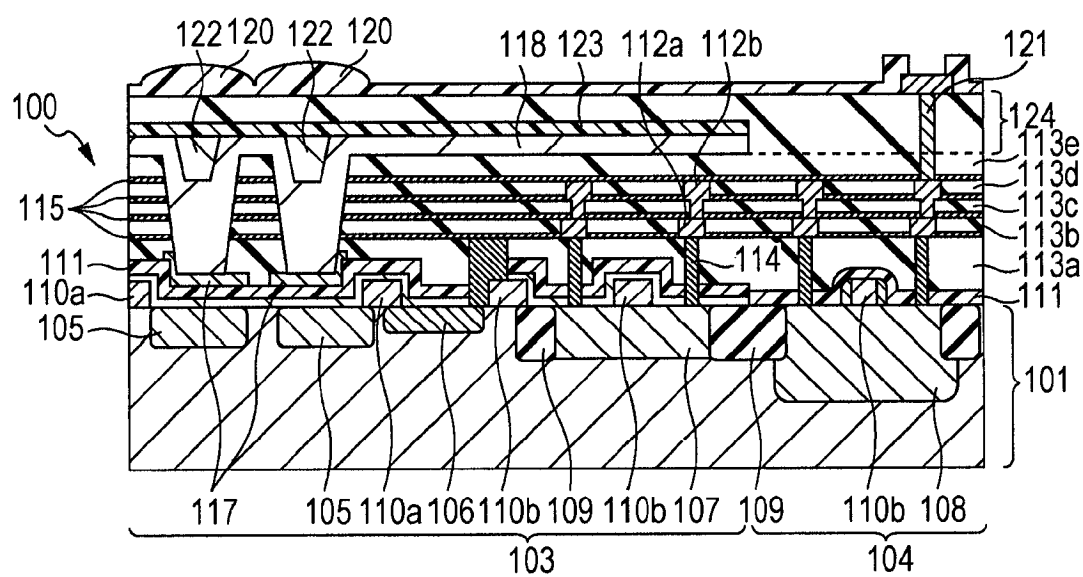


图 6B

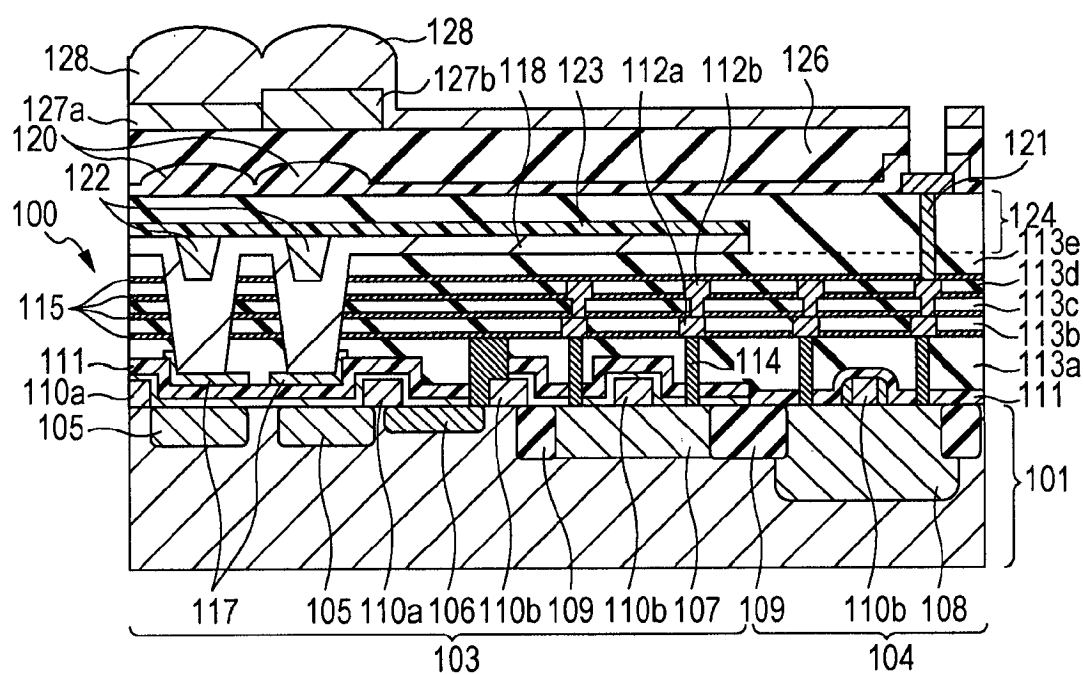


图 6C