

1. 一种半导体装置，其为具备薄膜晶体管的半导体装置，其特征在于，具备：
在基板上形成的栅极电极；
在所述栅极电极上形成的栅极绝缘层；
在所述栅极绝缘层上形成的氧化物半导体层；
分别与所述氧化物半导体层电连接的源极电极和漏极电极；
在所述氧化物半导体层、所述源极电极和所述漏极电极上形成的保护层；
在所述保护层上形成的氧供给层；
在所述氧供给层上形成的扩散防止层；和
在所述扩散防止层上形成的由非晶透明氧化物形成的透明电极。
2. 如权利要求 1 所述的半导体装置，其特征在于：
所述扩散防止层是由结晶性透明氧化物形成的其它透明电极。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的半导体装置，其特征在于：
所述扩散防止层以隔着所述保护层和所述氧供给层覆盖所述薄膜晶体管的方式形成。
4. 如权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述氧供给层是包含含有水 (H_2O)、OR 基或 OH 基的材料的层。
5. 如权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述氧供给层包含丙烯酸树脂、SOG 材料、有机硅树脂、聚酯树脂、或含有硅烷醇基、 $CO-OR$ 基或 $Si-OH$ 基的树脂。
6. 如权利要求 1 ~ 5 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述氧供给层的厚度在 500nm 以上 3500nm 以下的范围。
7. 如权利要求 1 ~ 6 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述扩散防止层的厚度在 50nm 以上 500nm 以下的范围。
8. 如权利要求 1 ~ 7 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述保护层包含氧化硅或氮化硅。
9. 如权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
以覆盖所述氧化物半导体层的沟道区域的方式形成有蚀刻阻挡层。
10. 如权利要求 1 ~ 8 中任一项所述的半导体装置，其特征在于：
所述源极电极和所述漏极电极形成在所述氧化物半导体层下。
11. 一种液晶显示装置，其特征在于：
具有权利要求 1 ~ 10 中任一项所述的半导体装置，
所述透明电极是像素电极，
所述其它透明电极是共用电极。
12. 一种半导体装置的制造方法，其为具备薄膜晶体管的半导体装置的制造方法，其特征在于，包括：
 - (A) 在基板上形成薄膜晶体管的工序，该薄膜晶体管具有栅极电极、在所述栅极电极上形成的栅极绝缘层、在所述栅极绝缘层上形成的氧化物半导体层、和分别以与所述氧化物半导体层电连接的方式形成的源极电极和漏极电极；
 - (B) 在所述氧化物半导体层、所述源极电极和所述漏极电极上形成保护层的工序；
 - (C) 在所述保护层上形成氧供给层的工序；

(D) 在所述氧供给层上形成扩散防止层的工序；和
(E) 在所述扩散防止层上形成包含非晶透明氧化物的透明电极的工序，
在所述工序 (E) 中，不进行形成所述透明电极的非晶透明氧化物膜成膜后的退火处理。

13. 如权利要求 12 所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

所述工序 (D) 包括：形成包含结晶性透明氧化物的其它透明电极作为所述扩散防止层的工序。

14. 如权利要求 12 或 13 所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

所述工序 (D) 包括：以隔着所述保护层和所述氧供给层覆盖所述薄膜晶体管的方式形成所述扩散防止层的工序。

15. 如权利要求 12 ~ 14 中任一项所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

所述工序 (A) 包括：以覆盖所述氧化物半导体层的成为沟道区域的部分的方式形成蚀刻阻挡层的工序。

16. 如权利要求 12 ~ 14 中任一项所述的半导体装置的制造方法，其特征在于：

所述工序 (A) 包括：在所述源极电极和所述漏极电极上形成所述氧化物半导体层的工序。

半导体装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具备薄膜晶体管的半导体装置及其制造方法和液晶显示装置。

背景技术

[0002] 有源矩阵型的液晶显示装置一般具备：按每个像素形成有薄膜晶体管(Thin Film Transistor,以下也称为“TFT”)作为开关元件的基板(以下称为“TFT 基板”)；形成有对置电极和彩色滤光片等的对置基板；设置在 TFT 基板与对置基板之间的液晶层；和用于对液晶层施加电压的一对电极。

[0003] 有源矩阵型的液晶显示装置，根据其用途提出并采用了各种动作模式。作为动作模式，可以列举 TN(Twisted Nematic : 扭转向列) 模式、VA(Vertical Alignment : 垂直取向)、IPS(In-Plane-Switching : 面内开关) 模式、FFS(Fringe Field Switching : 边缘场开关) 模式等。

[0004] 其中，TN 模式和 VA 模式是利用夹着液晶层配置的一对电极向液晶分子施加电场的纵向电场方式的模式。IPS 模式和 FFS 模式是在一个基板设置一对电极，在与基板面平行的方向(横向)对液晶分子施加电场的横向电场方式的模式。在横向电场方式中，液晶分子不从基板立起，因此，与纵向电场方式相比，具有能够实现广视野角的优点。

[0005] 在横向电场方式的动作模式中的 IPS 模式的液晶显示装置中，通过金属膜的图案化在 TFT 基板上形成一对梳齿电极。因此，有透射率和开口率降低的问题。而在 FFS 模式的液晶显示装置中，通过使在 TFT 基板上形成的电极透明化，能够改善开口率和透射率。

[0006] FFS 模式的液晶显示装置例如在专利文献 1 和 2 等中公开。

[0007] 在这些显示装置的 TFT 基板中，在 TFT 的上方隔着绝缘膜设置有共用电极和像素电极。这些电极中的位于液晶层侧的电极(例如像素电极)形成有狭缝状的开口。由此，生成由从像素电极出来、通过液晶层并进一步通过狭缝状的开口到达共用电极的电力线表示的电场。该电场相对于液晶层具有横向的成分。其结果，能够对液晶层施加横向的电场。

[0008] 另一方面，近年来，提出了使用氧化物半导体代替硅半导体形成 TFT 的有源层。将这样的 TFT 称为“氧化物半导体 TFT”。氧化物半导体具有比非晶硅高的迁移率。因此，氧化物半导体 TFT 能够以比非晶硅 TFT 高的速度进行动作。例如在专利文献 1 公开了使用氧化物半导体 TFT 作为开关元件的有源矩阵型的液晶显示装置。

[0009] 在专利文献 1 记载的液晶显示装置中，作为以覆盖 TFT 的氧化物半导体层的方式形成的层间膜，形成具有使透射的可见光的光强度衰减的功能的膜，防止 TFT 的电特性发生变动，并且作为彩色滤光片发挥作用使液晶显示装置的制造成本降低。

[0010] 现有技术文献

[0011] 专利文献

[0012] 专利文献 1 : 日本特开 2010-156960 号公报

[0013] 专利文献 2 : 日本特开 2008-32899 号公报

发明内容

[0014] 发明要解决的技术问题

[0015] 但是,氧化物半导体 TFT,会发生在 TFT 的制造过程中、例如在热处理工序等中产生氧缺损,载流子浓度上升,阈值电压和漏极电流的上升电压向负侧偏移等问题。另外,还会发生在源极 / 漏极电极的蚀刻工序和其上部的绝缘层的形成工序中,位于下方的氧化物半导体层受到还原作用等的损伤的问题。

[0016] 发明人进行了研究,结果发现,在氧化物半导体层与其下部的栅极绝缘层或其上部的保护层等接触的结构的氧化物半导体 TFT 中,在氧化物半导体层内部或氧化物半导体层与绝缘层、保护层等的界面附近容易产生由氧缺损等引起的缺陷能级,由此产生 TFT 的特性下降、可靠性下降、品质的偏差增加等问题(例如国际公开第 2012/086513 号)。为了参考,在本说明书中援用国际公开第 2012/086513 号的全部公开内容。

[0017] 在专利文献 1 中,没有考虑热处理工序时的由绝缘层和有机树脂层中含有的氢和水等的扩散引起的对 TFT 特性的影响,可以认为由于它们的扩散, TFT 的电特性产生偏差。另外,在专利文献 1 公开的液晶显示装置中,按每个像素形成有使 FFS 模式的液晶显示装置的上层和下层像素电极与对应的配线 / 电极电连接的接触部,因此,不利于像素的高精细化。

[0018] 本发明鉴于上述情况而做出,其目的是提供使氧化物半导体 TFT 的氧化物半导体层中产生的缺陷减少、并且适合于像素的高精细化的半导体装置。

[0019] 用于解决技术问题的手段

[0020] 本发明的实施方式的半导体装置是具备薄膜晶体管的半导体装置,其特征在于,具备:在基板上形成的栅极电极;在上述栅极电极上形成的栅极绝缘层;在上述栅极绝缘层上形成的氧化物半导体层;分别与上述氧化物半导体层电连接的源极电极和漏极电极;在上述氧化物半导体层、上述源极电极和上述漏极电极上形成的保护层;在上述保护层上形成的氧供给层;在上述氧供给层上形成的扩散防止层;和在上述扩散防止层上形成的由非晶透明氧化物形成的透明电极。

[0021] 在一个实施方式中,上述扩散防止层是由结晶性透明氧化物形成的其它透明电极。

[0022] 在一个实施方式中,上述扩散防止层以隔着上述保护层和上述氧供给层覆盖上述薄膜晶体管的方式形成。

[0023] 在一个实施方式中,上述氧供给层是包含含有水 (H_2O)、OR 基或 OH 基的材料的层。

[0024] 在一个实施方式中,上述氧供给层包含丙烯酸树脂、SOG 材料、有机硅树脂、聚酯树脂、或含有硅烷醇基、CO-OR 基或 Si-OH 基的树脂。

[0025] 在一个实施方式中,上述氧供给层的厚度在 500nm 以上 3500nm 以下的范围。

[0026] 在一个实施方式中,上述扩散防止层的厚度在 50nm 以上 500nm 以下的范围。

[0027] 在一个实施方式中,上述保护层包含氧化硅或氮化硅。

[0028] 在一个实施方式中,以覆盖上述氧化物半导体层的沟道区域的方式形成有蚀刻阻挡层。

[0029] 在一个实施方式中,上述源极电极和上述漏极电极形成在上述氧化物半导体层下。

[0030] 本发明的实施方式的液晶显示装置是具备具有上述结构的半导体装置的液晶显示装置，其特征在于，上述透明电极是像素电极，上述其它透明电极是共用电极。

[0031] 本发明的实施方式的半导体装置的制造方法是具备薄膜晶体管的半导体装置的制造方法，其特征在于，包括：(A) 在基板上形成薄膜晶体管的工序，该薄膜晶体管具有栅极电极、在上述栅极电极上形成的栅极绝缘层、在上述栅极绝缘层上形成的氧化物半导体层、和分别以与上述氧化物半导体层电连接的方式形成的源极电极和漏极电极；(B) 在上述氧化物半导体层、上述源极电极和上述漏极电极上形成保护层的工序；(C) 在上述保护层上形成氧供给层的工序；(D) 在上述氧供给层上形成扩散防止层的工序；和(E) 在上述扩散防止层上形成包含非晶透明氧化物的透明电极的工序，在上述工序(E)中，不进行形成上述透明电极的非晶透明氧化物膜成膜后的退火处理。

[0032] 在一个实施方式中，上述工序(D)包括：形成包含结晶性透明氧化物的其它透明电极作为上述扩散防止层的工序。

[0033] 在一个实施方式中，上述工序(D)包括：以隔着上述保护层和上述氧供给层覆盖上述薄膜晶体管的方式形成上述扩散防止层的工序。

[0034] 在一个实施方式中，上述工序(A)包括：以覆盖上述氧化物半导体层的成为沟道区域的部分的方式形成蚀刻阻挡层的工序。

[0035] 在一个实施方式中，上述工序(A)包括：在上述源极电极和上述漏极电极上形成上述氧化物半导体层的工序。

[0036] 发明效果

[0037] 根据本发明的实施方式，能够提供使氧化物半导体 TFT 的氧化物半导体层中产生的缺陷减少、并且适合于像素的高精细化的半导体装置。

附图说明

[0038] 图 1(a) 是本发明的实施方式的半导体装置 100a 的示意性的截面图，(b) 是具有半导体装置 100a 的液晶显示装置 1000 的示意性的截面图。

[0039] 图 2(a) 和 (b) 是对由形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的有无引起的 TFT 的电特性的变动进行说明的图表。

[0040] 图 3(a) 和 (b) 是对由形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的有无引起的 TFT 的电特性的变动进行说明的图表。

[0041] 图 4(a) 和 (b) 是对由形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的有无引起的 TFT 的电特性的变动进行说明的图表。

[0042] 图 5(a) 和 (b) 是对由来自氧供给层 74 的氧供给产生的氧化物半导体 TFT10a 的电特性的改善进行说明的图表。

[0043] 图 6(a) ~ (f) 是对半导体装置 100a 的制造方法进行说明的示意性的截面图。

[0044] 图 7(a) 和 (b) 是对半导体装置 100a 的制造方法进行说明的示意性的截面图。

[0045] 图 8 是本发明的另一个实施方式的半导体装置 100b 的示意性的截面图。

[0046] 图 9 是本发明的又一个实施方式的半导体装置 100c 的示意性的截面图。

[0047] 图 10(a) ~ (i) 是对半导体装置 100b 的制造方法进行说明的示意性的截面图。

[0048] 图 11(a) ~ (e) 是对半导体装置 100c 的制造方法进行说明的示意性的截面图。

- [0049] 图 12(a) ~ (c) 是对半导体装置 100c 的制造方法进行说明的示意性的截面图。
- [0050] 图 13 是半导体装置 100a 的示意性的平面图。
- [0051] 图 14(a) ~ (d) 是接触部 108 的示意性的截面图。

具体实施方式

[0052] 以下,参照附图对本发明的实施方式的显示装置、半导体装置进行说明。但是,本发明的范围并不限于以下的实施方式。本发明的半导体装置是形成有氧化物半导体 TFT 的 TFT 基板,广泛地包括各种显示装置和电子设备等的 TFT 基板。在本实施方式的说明中,将半导体装置作为显示装置的 TFT 基板进行说明,该显示装置具备氧化物半导体 TFT 作为开关元件。

[0053] 图 1(a) 是本发明的实施方式的半导体装置 (TFT 基板)100a 的示意性的截面图。

[0054] 如图 1(a) 所示, TFT10a 具备 :在玻璃基板等基板 60 上形成的栅极电极 62 ;在基板 60 上以覆盖栅极电极 62 的方式形成的栅极绝缘层 66 ;在栅极绝缘层 66 上形成的氧化物半导体层 68 ;在栅极绝缘层 66 和氧化物半导体层 68 上形成的源极电极 70s 和漏极电极 70d ;在源极电极 70s 和漏极电极 70d 上形成的保护层 72 ;在保护层 72 上形成的氧供给层 74 ;在氧供给层 74 上形成的扩散防止层 78 ;和在扩散防止层 78 上由非晶透明氧化物 (例如, 非晶 ITO(Indium Tin Oxide :氧化铟锡或非晶 IZO(Indium Zinc Oxide :氧化铟锌)) 形成的透明电极 (透明像素电极)81。在 TFT10a 中,在扩散防止层 78 与透明电极 81 之间形成有电介质层 (绝缘层)79。透明电极 81 在形成于电介质层 79、氧供给层 74 和保护层 72 中的接触孔内与漏极电极 70d 电连接。

[0055] 当这样由非晶透明氧化物形成透明电极 81 时,即使不进行非晶透明氧化物层形成后的退火处理,透明电极 81 的加工 (图案化) 也稳定,线宽的偏差也小。另外,能够防止电介质层 79 中含有的氢扩散,防止由于氢的扩散,具有氧化物半导体层 68 的 TFT10a 的电特性发生变动。

[0056] 根据本申请的发明人的研究,发现了以下问题 :当由结晶性的透明氧化物 (例如, 多晶性的 ITO) 形成透明电极 81 时,由于用于结晶性的透明氧化物膜的成膜后的加工稳定化的退火处理,电介质层 79 中含有的氢扩散至氧化物半导体层 68 的沟道区域,将氧化物半导体还原,使氧缺陷增大, TFT 的阈值电压向负侧偏移。但是,当如上述那样由非晶透明氧化物形成透明电极 81 时,即使不进行非晶透明氧化物膜的成膜后退火处理,加工稳定性也优异,氧化物半导体中的氧缺陷也难以增大。此外,优选按每个像素形成使由电阻大的非晶透明氧化物形成的透明电极 81 与漏极电极 70d 连接的接触部。

[0057] 扩散防止层 78 例如由结晶性透明氧化物 (例如, 多晶性的 ITO 或多晶性的 IZO) 形成。在本实施方式中,扩散防止层 78 作为共用电极发挥作用。有时将扩散防止层 78 称为其它透明电极 (或共用电极)78。当使用电阻小的结晶性透明氧化物层作为共用电极 78 时,例如,能够减少使与源极配线或栅极配线由同一导电膜形成的共用配线和共用电极 78 电连接的接触部的数量,有利于对显示没有贡献的边框区域的狭小化,详细情况将在后面说明。另外,在对共用电极 78 总是施加共用电位的情况下,显示区域的共用电位的均匀性提高,显示品质提高。

[0058] 扩散防止层 78 以隔着保护层 72 和氧供给层 74 覆盖 TFT10a 的方式形成。当这样

形成扩散防止层 78 时,能够抑制由于在扩散防止层 78 的图案化后进行的退火处理,来自氧供给层 74 中含有的水分或者 OH 基或 OR 基的氧向外界扩散而被放出,向氧化物半导体层 68 侧扩散以修复氧化物半导体层 68 的沟道区域的氧缺损,实现晶体管特性的提高、特性偏差的降低和可靠性的提高。

[0059] 棚极电极 62 能够具有在例如包含钛 (Ti) 的下层棚极电极上形成有例如包含铜 (Cu) 的上层棚极电极的 2 层结构。也可以将棚极电极 62 形成为 Ti/Al(铝)/Ti 等的 3 层结构。棚极绝缘层 66 由氮化硅形成。棚极绝缘层 66 也可以由氧化硅形成,也可以将棚极绝缘层 66 形成为氮化硅层与氧化硅层的 2 层结构。

[0060] 氧化物半导体层 68 是包含 In-Ga-Zn-O 类半导体 (IGZO) 的层。在氧化物半导体层 68 上形成的源极电极 70s 和漏极电极 70d,是由 Ti/Al/Ti 的 3 层结构构成的导电层。也可以将源极电极 70s 和漏极电极 70d 形成为 Al/Ti、Cu/Ti、Cu/Mo(钼) 等的 2 层结构。保护层 72 由氧化硅 (SiO_2) 或氮化硅 (SiN_x) 形成。也能够为不设置保护层 72 的结构。

[0061] 氧供给层 74 是包含含有水 (H_2O)、OR 基或 OH 基的材料的层。在本实施方式中,氧供给层 74 例如通过利用旋涂法涂敷丙烯酸树脂而形成。作为 SOG (spin on glass : 玻璃上旋涂) 材料,例如能够使用包含有机硅 (silicone) 树脂、硅烷醇 (例如,四羟基硅烷 (Si(OH)_4))、烷氧基硅烷或 / 和硅氧烷树脂的材料。氧供给层 74 也可以由含有硅烷醇基或 Si-OH 基的其它树脂材料形成。另外,氧供给层 74 也可以由聚酯树脂或含有 CO-OR 基的树脂材料形成。

[0062] 电介质层 79 由氧化硅、氮化硅或氧氮化硅形成。其中,氮化硅和氧氮化硅在量产性方面优异。电介质层 79 是在扩散防止层 78 与透明电极 81 之间形成的层间绝缘层。

[0063] 在本实施方式中,透明电极 81 由非晶 ITO 形成。非晶 ITO 和多晶性的 ITO 能够利用以下那样的方法区别。例如在浸渍在含有磷酸、硝酸和醋酸的酸类蚀刻液或含有草酸的酸性蚀刻液中时,在 ITO 被蚀刻的情况下,该 ITO 是非晶 ITO,在 ITO 不被蚀刻或蚀刻速度非常小 (例如,0.2nm/sec 以下) 的情况下,该 ITO 是多晶性的 ITO。透明电极 81 形成有狭缝,共用电极 78 遍及像素的大致整个面形成。

[0064] 接着,参照图 1(b) 对使用本实施方式的半导体装置 100a 的液晶显示装置的结构进行说明。图 1(b) 是例示本实施方式的液晶显示装置 1000 的示意性的截面图。液晶显示装置 1000 是 FFS 模式的液晶显示装置。

[0065] 如图 1(b) 所示,液晶显示装置 1000 具备:夹着液晶层 930 相互相对的 TFT 基板 100a (与半导体装置 100a 对应) 和对置基板 900;配置在 TFT 基板 100a 和对置基板 900 各自的外侧的偏光板 910 和 920;和向 TFT 基板 100 射出显示用的光的背光源单元 940。在 TFT 基板 100a 中,透明电极 81 按每个像素分离,并设置有狭缝 (未图示)。扩散防止层 (共用电极) 78 至少在透明电极 81 的狭缝的下方隔着电介质层 79 存在,作为共用电极发挥作用。

[0066] 虽然未图示,但是在 TFT 基板 100a 的周边区域配置有驱动多个扫描线 (棚极总线) 的扫描线驱动电路和驱动多个信号线 (数据总线) 的信号线驱动电路。扫描线驱动电路和信号线驱动电路,与配置在 TFT 基板 100a 的外部的控制电路连接。根据控制电路的控制,从扫描线驱动电路向多个扫描线供给对 TFT 的导通 - 断开进行切换的扫描信号,从信号线驱动电路向多个信号线供给显示信号 (对透明电极 81 的施加电压)。

[0067] 对置基板 900 具备彩色滤光片 950。彩色滤光片 950 在 3 原色显示的情况下包括分别与像素对应地配置的 R(红色) 滤光片、G(绿色) 滤光片和 B(蓝色) 滤光片。

[0068] 在液晶显示装置 1000 中,根据在 TFT 基板 100a 的作为共用电极的扩散防止层 78 与作为像素电极的透明电极 81 之间被提供的电位差,液晶层 930 的液晶分子进行取向,从而进行显示。

[0069] 接着,参照图 2 ~ 图 4,对由形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的有无引起的 TFT 的电特性的变动进行说明。

[0070] 图 2(a)、图 3(a) 和图 4(a) 是表示不进行形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的情况下的、多个氧化物半导体 TFT 的电压 - 电流 (V_g - I_d) 特性的图表。图 2(b)、图 3(b) 和图 4(b) 是表示进行了形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理的情况下的、多个氧化物半导体 TFT 的电压 - 电流特性的图表。在任一个图表中,横轴均表示栅极电压值,纵轴均表示源极 - 漏极电流值。此外,在图 2(a) 和图 2(b) 中,测定的氧化物半导体 TFT 的沟道长度 L 为 $6 \mu m$ ($L = 6 \mu m$),沟道宽度 W 为 $5 \mu m$ ($W = 5 \mu m$)。在图 3(a) 和图 3(b) 中,测定的氧化物半导体 TFT 的沟道长度 L 为 $8 \mu m$ ($L = 8 \mu m$),沟道宽度 W 为 $5 \mu m$ ($W = 5 \mu m$)。在图 4(a) 和图 4(b) 中,测定的氧化物半导体 TFT 的沟道长度 L 为 $10 \mu m$ ($L = 10 \mu m$),沟道宽度 W 为 $5 \mu m$ ($W = 5 \mu m$)。

[0071] 由图 2 ~ 图 4 可知,当进行形成透明电极 81 的导电膜的成膜后的退火处理时,电介质层 79 中含有的氢扩散至氧化物半导体层 68 的沟道区域,将氧化物半导体还原,使氧缺陷增大,由此,产生 TFT 的 V_g - I_d 特性的上升电压和阈值电压向负侧变动的特性异常。另外,在源极 / 漏极电极 70s 和 70d 包含例如 Ti(钛) 等具有吸纳氢的性质的金属的情况下,从电介质层 79 扩散出的氢在被源极 / 漏极电极 70s 和 70d 吸纳之后被向氧化物半导体层 68 放出。因此,沟道长度 L 越短的晶体管,越容易遍及沟道区域被还原,因此 TFT 特性异常变得显著。这在通过 TFT 的小型化来实现像素的高开口率化或高精细化方面特别成为问题。

[0072] 接着,参照图 5,对由来自氧供给层 74 的氧供给产生的氧化物半导体 TFT10a 的电特性的改善进行说明。

[0073] 图 5(a) 是表示未形成氧供给层 74 的情况下的多个氧化物半导体 TFT 的电压 - 电流 (V_g - I_d) 特性的图表。图 5(b) 是表示在形成氧供给层(在本实施方式中为有机绝缘层)74 后进行了退火处理的情况下的多个氧化物半导体 TFT 的电压 - 电流 (V_g - I_d) 特性的图表。

[0074] 从图 5 可知,当在形成氧供给层 74 后进行退火处理时,来自氧供给层 74 中含有的水、OR 基或 OH 基的氧扩散至氧化物半导体层 68 的沟道区域,对氧缺陷进行修复,氧化物半导体 TFT 的 V_g - I_d 特性改善。因此,退火处理是能够高效率地使氧扩散至氧化物半导体层 68 的沟道区域的工序,优选进行。在本实施方式中,共用电极 78 作为防止氧向外界散逸的扩散防止层发挥作用,因此,在形成共用电极 78 之后进行了退火处理。

[0075] 接着,参照图 6 和图 7 对半导体装置 100a 的制造方法进行说明。

[0076] 图 6(a) ~ (f)、图 7(a) 和 (b) 是对 TFT 基板 100a 的制造工序进行说明的示意性的截面图。

[0077] 首先,利用溅射法等,在基板 60 上依次叠层 Ti(钛) 层、Al(铝) 层和 Ti 层。各个 Ti 层的厚度为 30nm 以上 150nm 以下,Al 层的厚度为 200nm 以上 500nm 以下。接着,使

用公知的光刻法和湿蚀刻法对叠层的3层进行图案化,得到图6(a)所示的栅极电极62。此时,也同时形成在此未图示的扫描线、辅助电容线、辅助电容电极等。然后,进行残留的抗蚀剂的剥离和基板60的清洗。栅极电极62也可以由例如Ti、Mo(钼)、Ta(钽)、W(钨)、Cu(铜)等的单层膜、叠层膜或合金膜等形成。

[0078] 接着,如图6(b)所示,在基板60上以覆盖栅极电极62的方式叠层栅极绝缘层66。栅极绝缘层66是厚度为100nm以上700nm以下的、利用等离子体CVD法依次叠层氮化硅层和氧化硅层而得到的层。栅极绝缘层66也可以为单层的氮化硅层或氧化硅层。

[0079] 接着,如图6(c)所示,在栅极绝缘层66上叠层氧化物半导体层68。氧化物半导体层68例如是In-Ga-Zn-O(IGZO, In:Ga:Zn=1:1:1)层,利用溅射法叠层为厚度10nm以上100nm以下。也可以利用涂敷法或喷墨法来叠层氧化物半导体层68。氧化物半导体层68也可以不是IGZO层而是由其它种类的氧化物半导体膜形成。

[0080] 接着,利用溅射法,在栅极绝缘层66上以覆盖氧化物半导体层68的方式形成Ti膜。接着,利用光刻法和湿蚀刻法对这些Ti膜进行图案化,如图6(d)所示得到源极电极70s和漏极电极70d。然后,进行残留的抗蚀剂的除去和基板清洗。也能够使用干蚀刻代替湿蚀刻。也可以使用包含Ti、Ta、Cu和Mo的单层膜、叠层膜和合金膜代替Ti膜。在该工序中,也同时形成在此未图示的信号线和辅助电容对置电极等。

[0081] 接着,如图6(e)所示,利用CVD法在整个基板60上叠层氧化硅,形成保护层72。在保护层72形成使漏极电极70d的一部分露出的开口部。也可以代替氧化硅,叠层氮化硅或氧氮化硅,另外,也可以叠层氧化硅和氮化硅两者。保护层72的厚度为25nm以上350nm以下。在保护层72的厚度比该厚度薄的情况下,作为保护层的功能下降,TFT10a的可靠性降低。在保护层72的厚度比该厚度厚的情况下,有可能由膜应力等导致膜剥离。另外,在该情况下,保护层72的成膜和蚀刻耗费时间,生产率变差。然后,在大气气氛下,在约200℃以上约400℃以下的温度进行退火处理。

[0082] 接着,如图6(f)所示,利用旋涂法,在保护层72上形成包含丙烯酸树脂的氧供给层74。在氧供给层74,以与保护层72的开口部匹配的方式形成开口部。也可以利用旋涂法涂敷有机硅树脂等SOG材料代替丙烯酸树脂来形成氧供给层74。作为氧供给层74,能够使用包含硅烷醇、烷氧基硅烷、硅氧烷树脂等的层。也可以由含有硅烷醇基或Si-OH基的其它树脂材料形成氧供给层74。另外,也可以利用聚酯树脂或含有CO-OR基的树脂材料形成氧供给层74。氧供给层74的厚度为500nm以上3500nm以下。在氧供给层74的厚度小于500nm的情况下,有可能不能充分地得到通过氧供给产生的电特性的改善的效果,另外,在氧供给层74的厚度超过3500nm的情况下,有可能导致膜剥离和生产率的降低。

[0083] 接着,如图7(a)所示,在氧供给层74上形成扩散防止层78。扩散防止层78包含ITO或IZO,作为共用电极发挥作用。优选扩散防止层78由多晶性的ITO或IZO形成。扩散防止层78以至少覆盖氧化物半导体层68中的成为沟道区域的部分的方式形成。扩散防止层78具有开口部,以保护层72的开口部和氧供给层74的开口部位于扩散防止层78的开口部的内侧的方式形成扩散防止层78。在对扩散防止层78进行图案化的工序中的湿蚀刻工序时,氧供给层74吸收水分而膨润,因此,在湿蚀刻工序后在约200℃的温度进行退火处理。在该退火处理时,氧从氧供给层74被供给至氧化物半导体层68,对氧化物半导体层68的氧缺陷进行修复,因此,能够改善氧化物半导体TFT的特性的偏差。此时,扩散防止层

78 作为防止氧的扩散的扩散阻挡层发挥作用。另外,当由多晶性的 ITO 形成扩散防止层 78 时,为了加工线宽稳定化,在 ITO 膜成膜后在约 200℃的温度进行退火处理,在该退火处理时,来自氧供给层 74 的氧也被供给至氧化物半导体层 68,修复氧缺陷,改善氧化物半导体 TFT 的特性的偏差。多晶性的 ITO 或 IZO 与非晶的 ITO 或 IZO 相比电阻小,因此,能够使用于输入共用电位的接触部的配置数量减少,另外,能够使对生产率和显示没有贡献的边框区域的宽度减小。

[0084] 接着,如图 7(b) 所示,在扩散防止层 78 上,利用 CVD 法,在约 200℃的基板温度以下形成包含氮化硅或氧氮化硅的电介质层 79。电介质层 79 的厚度为 100nm 以上 500nm 以下。当基板温度超过 220℃时,有可能氧供给层 74 分解而产生气体。另外,当基板温度小于 170℃时,有可能电介质层 79 中的氢浓度变高,氧化物半导体 TFT 的电特性的偏差变大。

[0085] 接着,如图 1 所示,利用溅射法在电介质层 79 上形成包含非晶透明氧化物(例如,非晶的 ITO 或 IZO)的透明电极 81。特别是在使用 ITO 的情况下,在溅射成膜的处理气体中添加 H₂O,在基板温度 120℃以下进行成膜。透明电极 81 与漏极电极 70d 电连接。当由非晶的 ITO 或 IZO 形成透明电极 81 时,即使不进行退火处理也难以产生线宽的偏差,因此,不进行非晶透明氧化物膜的成膜后的退火处理。由此,不会产生与退火处理相伴的电介质层 79 中含有的氢的扩散,因此,能够防止由氧化物半导体层 68 的还原导致的载流子浓度的增大,得到 TFT 特性良好的氧化物半导体 TFT。

[0086] 通过以上的工序,具有 TFT10a 的半导体装置 100a 完成。

[0087] 接着,参照图 8 对本发明的另一个实施方式的半导体装置 100b 进行说明。对于与半导体装置 100a 相同的构成要素,赋予相同的参照符号,并省略重复说明。图 8 是半导体装置 100b 的示意性的截面图。

[0088] 半导体装置 100b 与半导体装置 100a 的不同点在于,具有在 TFT10b 具有的氧化物半导体层 68 上以覆盖沟道区域的方式形成的蚀刻阻挡层 82。在蚀刻阻挡层 82 上形成有源极电极 70s 和漏极电极 70d 的一部分。蚀刻阻挡层 82 例如由氧化硅(SiO₂)或氮化硅(SiN_x)形成。

[0089] 接着,参照图 9 对本发明的又一个实施方式的半导体装置 100c 进行说明。对于与半导体装置 100a 相同的构成要素,赋予相同的参照符号,并省略重复说明。图 9 是半导体装置 100c 的示意性的截面图。

[0090] 半导体装置 100c 与半导体装置 100a 的不同点在于,源极电极 70s 和漏极电极 70d 形成在 TFT10c 具有的氧化物半导体层 68 下。

[0091] 接着,参照图 10 对半导体装置 100b 的制造方法进行说明,参照图 11 和图 12 对半导体装置 100c 的制造方法进行说明。图 10 是对半导体装置 100b 的制造方法进行说明的示意性的截面图。图 11 和图 12 是对半导体装置 100c 的制造方法进行说明的示意性的截面图。

[0092] 首先,参照图 10 对半导体装置 100b 的制造方法进行说明。

[0093] 如图 10(a) ~ 图 10(c) 所示,利用上述的方法在基板 60 上形成栅极电极 62、栅极绝缘层 66 和氧化物半导体层 68。

[0094] 接着,如图 10(d) 所示,利用 CVD 法在氧化物半导体层 68 上形成蚀刻阻挡层 82。蚀刻阻挡层 82 以至少覆盖氧化物半导体层 68 的成为沟道区域的部分的方式形成。蚀刻阻

挡层 82 例如由氧化硅形成。蚀刻阻挡层 82 可以由氮化硅或氧氮化硅形成。蚀刻阻挡层 82 的厚度例如为 50nm 以上 300nm 以下。通过形成蚀刻阻挡层 82, 能够防止在后面的工序中由于蚀刻等而对氧化物半导体层 68 造成损伤。

[0095] 接着, 如图 10(e) 所示, 在蚀刻阻挡层 82 上利用上述的方法形成源极电极 70s 和漏极电极 70d。

[0096] 接着, 如图 10(f) ~ 图 10(i) 和图 8 所示, 利用上述的方法形成保护层 72、氧供给层 74、扩散防止层 78、电介质层 79 和透明电极 81, 图 8 所示的具有 TFT10b 的半导体装置 100b 完成。

[0097] 接着, 参照图 11 和图 12 对半导体装置 100c 的制造方法进行说明。

[0098] 如图 11(a) 和图 11(b) 所示, 利用上述的方法在基板 60 上形成栅极电极 62 和栅极绝缘层 66。

[0099] 接着, 如图 11(c) 所示, 在栅极绝缘层 66 上, 利用上述的方法形成源极电极 70s 和漏极电极 70d。

[0100] 接着, 如图 11(d) 所示, 在源极电极 70s 和漏极电极 70d 上, 利用上述的方法形成氧化物半导体层 68。氧化物半导体层 68 中的位于源极电极 70s 与漏极电极 70d 之间、且隔着栅极绝缘层 66 与栅极电极 62 重叠的部分成为沟道区域。

[0101] 接着, 如图 11(e) 所示, 在氧化物半导体层 68 上, 利用上述的方法形成保护层 72。

[0102] 接着, 如图 12(a) ~ 图 12(c) 和图 9 所示, 利用上述的方法形成氧供给层 74、扩散防止层 78、电介质层 79 和透明电极 81, 图 9 所示的具有 TFT10c 的半导体装置 100c 完成。

[0103] 接着, 参照图 13 对在 FFS 模式的液晶显示装置中使共用电极 78 与施加共用电位的共用配线接触的接触部 108 进行说明。图 13 是半导体装置 100a 的示意性的平面图。

[0104] 半导体装置 100a 具有: 形成有像素用的 TFT10a 的显示区域 101; 和位于显示区域的周边的对显示没有贡献的边框区域。在边框区域形成有栅极输入端子 103 和源极输入端子 105。另外, 在边框区域形成有使共用电极 78 与共用配线(未图示)接触的接触部 108。例如在栅极输入端子 103 侧和源极输入端子 105 侧分别形成有接触部 108。在半导体装置 100a 中, 共用电极 78 由电阻小的结晶性氧化物形成, 因此, 与专利文献 1 中记载的液晶显示装置不同, 可以不按每个像素形成接触部 108, 因此, 像素的开口率不降低。另外, 可以不形成很多接触部 108, 因此, 有利于边框区域的狭小化。另外, 通过用于形成共用电极 78 的导电膜的成膜后的加工配线宽度稳定化用的退火处理, 也能够同时进行由来自氧供给层 74 的氧供给产生的氧化物半导体层的氧缺陷减少处理, 因此, 半导体装置 100a 的生产效率提高, 并且 TFT10a 的电特性的偏差变小并且可靠性提高。对于上述的半导体装置 100b 和 100c 也是同样。

[0105] 接着, 参照图 14 对接触部 108 的结构进行说明。图 14 是接触部 108 的示意性的截面图。

[0106] 图 14(a) 所示的接触部 108 具有: 在基板 60 上形成的、与 TFT10a 的栅极电极 62 由同一导电膜形成的栅极部 62a; 在基板 60 上形成的栅极绝缘层 66; 在栅极绝缘层 66 上形成的保护层 72; 在保护层 72 上形成的氧供给层 74; 在氧供给层 74 上形成的共用电极 78; 和在共用电极 78 上形成的电介质层 79。共用电极 78 在形成于保护层 72 和氧供给层 74 中的接触孔内与栅极部 62a 电连接。将共用电极 78 与栅极部 62a 电连接的接触孔形成在栅

极部 62a 上。电介质层 79 以覆盖共用电极 78 的方式形成。

[0107] 图 14(b) 所示的接触部 108 具有 : 在基板 60 上形成的栅极绝缘层 66 ; 在栅极绝缘层 66 上形成的、与 TFT10a 的源极电极 70s 或 / 和漏极电极 70d 由同一导电膜形成的源极部 70c ; 在栅极绝缘层 66 上形成的保护层 72 ; 在保护层 72 上形成的氧供给层 74 ; 在氧供给层 74 上形成的共用电极 78 ; 和在共用电极 78 上形成的电介质层 79 。共用电极 78 在形成于保护层 72 和氧供给层 74 中的接触孔内与源极部 70c 电连接。将共用电极 78 与源极部 70c 电连接的接触孔形成在源极部 70c 上。电介质层 79 以覆盖共用电极 78 的方式形成。

[0108] 图 14(c) 所示的接触部 108 具有 : 在基板 60 上形成的、与 TFT10a 的栅极电极 62 由同一导电膜形成的栅极部 62a ; 在基板 60 上形成的栅极绝缘层 66 ; 在栅极部 62a 上形成的、与 TFT10a 的源极电极 70s 或 / 和漏极电极 70d 由同一导电膜形成的源极部 70c ; 在栅极绝缘层 66 上形成的保护层 72 ; 在保护层 72 上形成的氧供给层 74 ; 在氧供给层 74 上形成的共用电极 78 ; 和在共用电极 78 上形成的电介质层 79 。源极部 70c 在形成于栅极绝缘层 66 中的开口部内与栅极部 62a 电连接。共用电极 78 在形成于保护层 72 和氧供给层 74 中的接触孔内与源极部 70c 电连接。将共用电极 78 与源极部 70c 电连接的接触孔形成在源极部 70c 上。电介质层 79 以覆盖共用电极 78 的方式形成。

[0109] 图 14(d) 所示的接触部 108 具有 : 在基板 60 上形成的、与 TFT10a 的栅极电极 62 由同一导电膜形成的栅极部 62a ; 在基板 60 上形成的栅极绝缘层 66 ; 在栅极部 62a 上形成的、与 TFT10a 的源极电极 70s 或 / 和漏极电极 70d 由同一导电膜形成的源极部 70c ; 在栅极绝缘层 66 和源极部 70c 上形成的保护层 72 ; 在保护层 72 上形成的氧供给层 74 ; 在氧供给层 74 上形成的共用电极 78 ; 和在共用电极 78 上形成的电介质层 79 。源极部 70c 在形成于栅极绝缘层 66 中的开口部内与栅极部 62a 电连接。共用电极 78 在形成于保护层 72 和氧供给层 74 中的接触孔内与源极部 70c 电连接。将共用电极 78 与源极部 70c 电连接的接触孔形成在栅极部 62a 上。电介质层 79 以覆盖共用电极 78 的方式形成。

[0110] 接触部 108 中的位于栅极输入端子部 103 侧的接触部 108 能够使用图 14(a) 、(c) 和 (d) 所示的结构。接触部 108 中的位于源极输入端子部 105 侧的接触部 108 能够使用图 14(b) 、(c) 和 (d) 所示的结构。

[0111] 如以上所述, 半导体装置 100a ~ 100c 是使氧化物半导体 TFT 的氧化物半导体层中产生的缺陷减少、并且适合于像素的高精细化的半导体装置。

[0112] 产业上的可利用性

[0113] 本发明的实施方式适合用于具有薄膜晶体管的半导体装置和在 TFT 基板中具备薄膜晶体管的液晶显示装置、有机 EL 显示装置等显示装置。

[0114] 符号说明

[0115] 10a TFT(薄膜晶体管)

[0116] 60 基板

[0117] 62 栅极电极

[0118] 66 栅极绝缘层

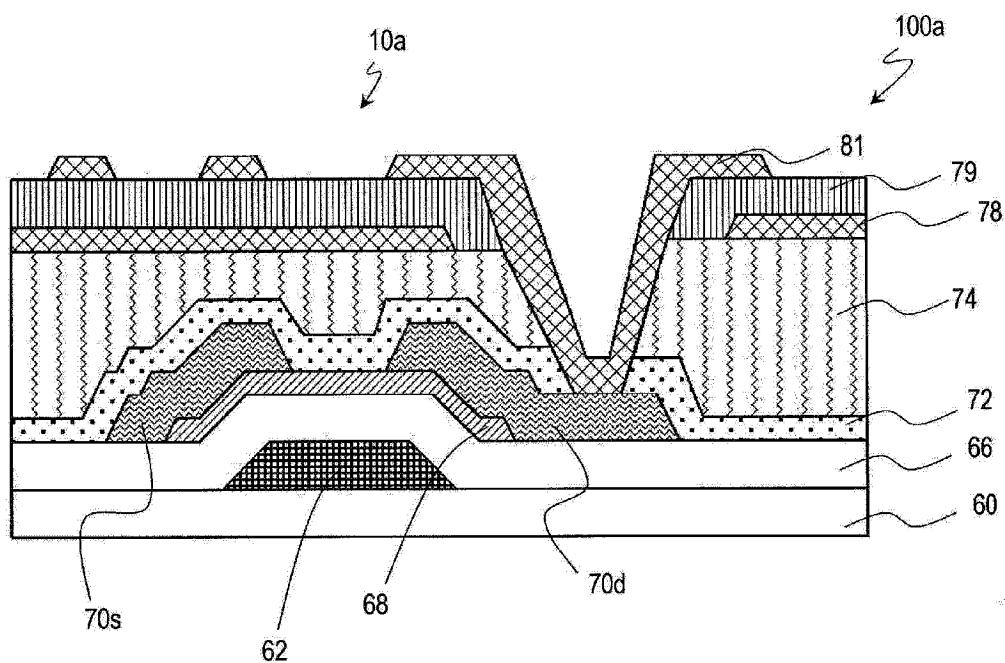
[0119] 68 氧化物半导体层

[0120] 70d 漏极电极

[0121] 70s 源极电极

- [0122] 72 保护层
- [0123] 74 氧供给层
- [0124] 78 扩散防止层
- [0125] 79 电介质层
- [0126] 81 透明电极
- [0127] 100a TFT 基板（半导体装置）

(a)



(b)

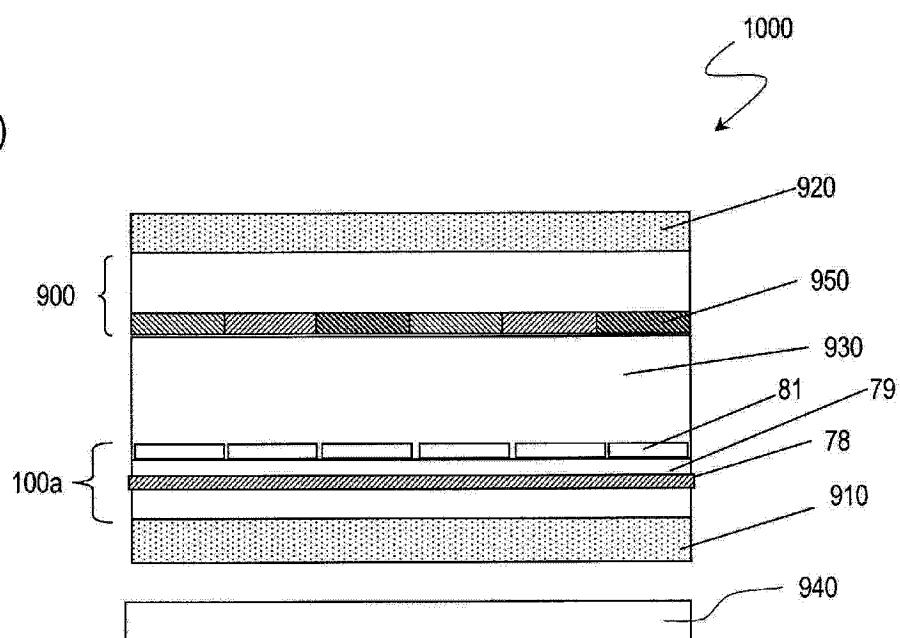


图 1

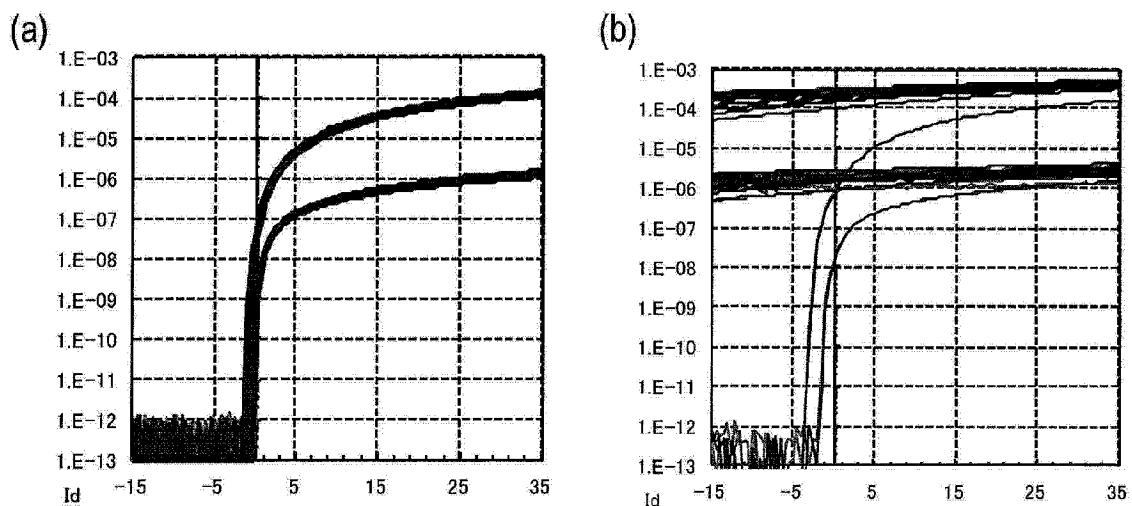


图 2

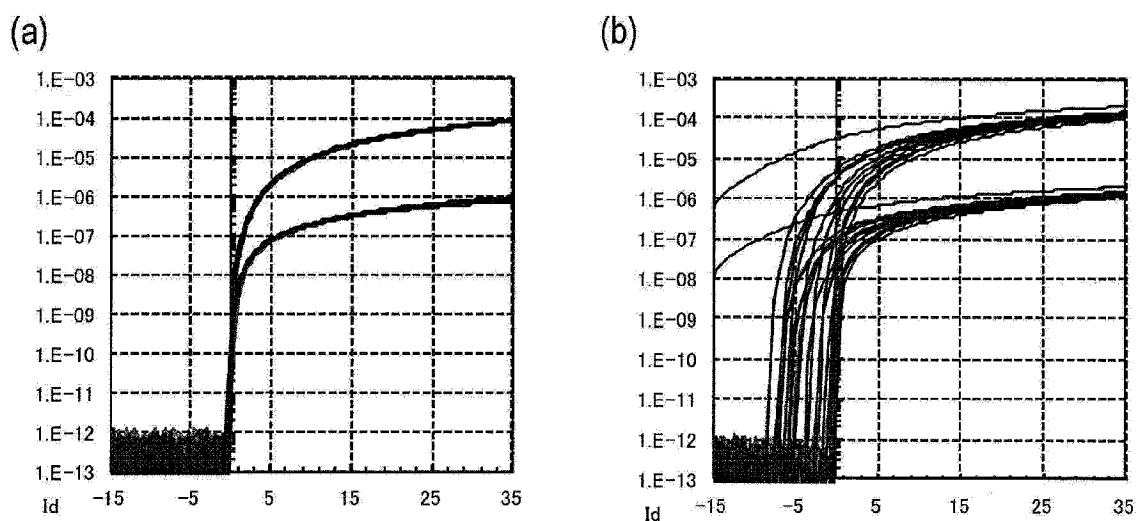


图 3

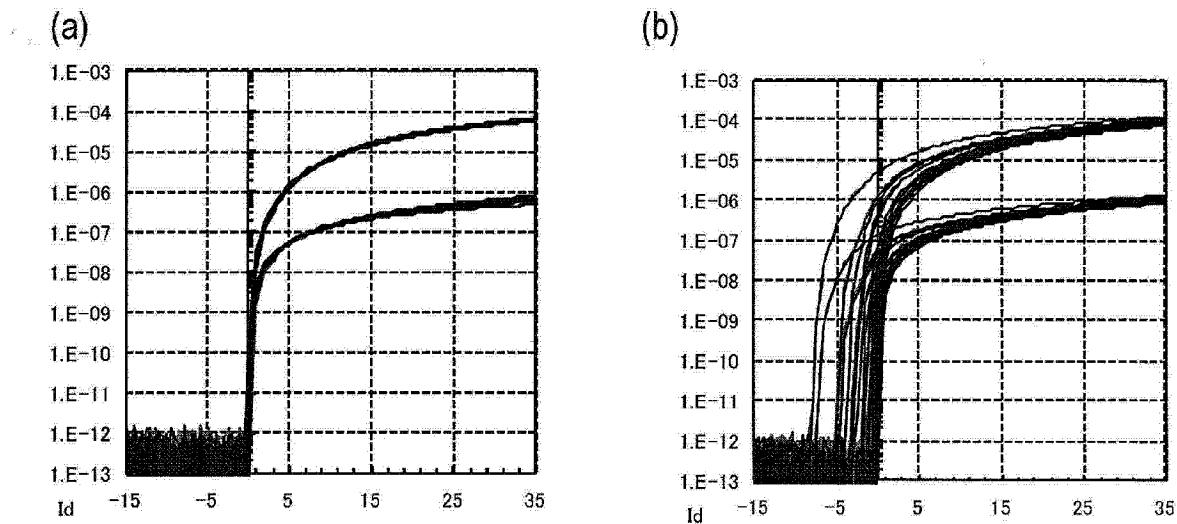


图 4

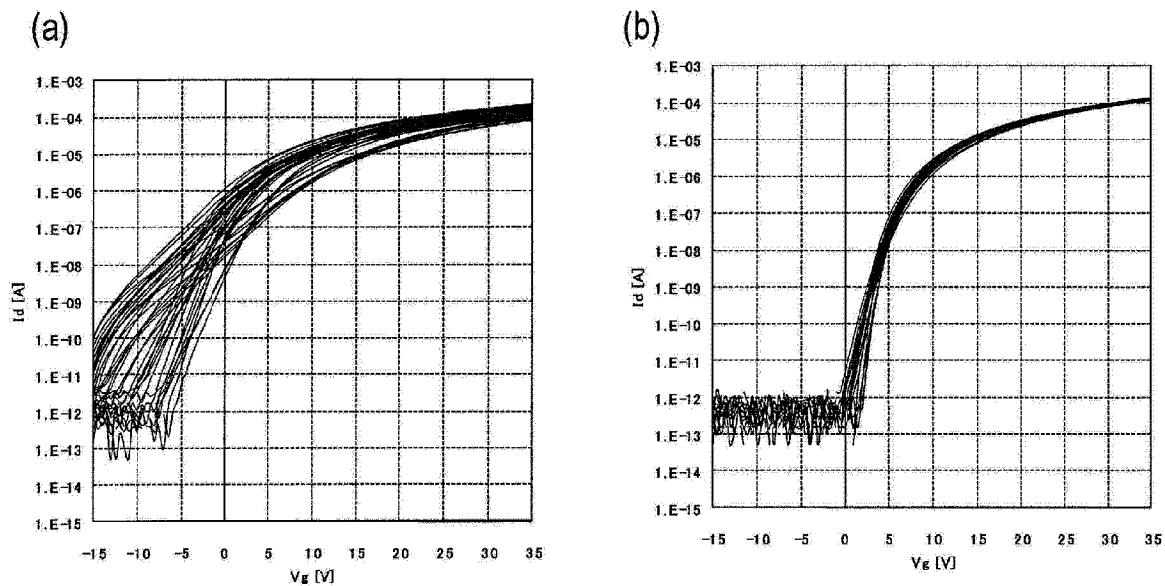


图 5

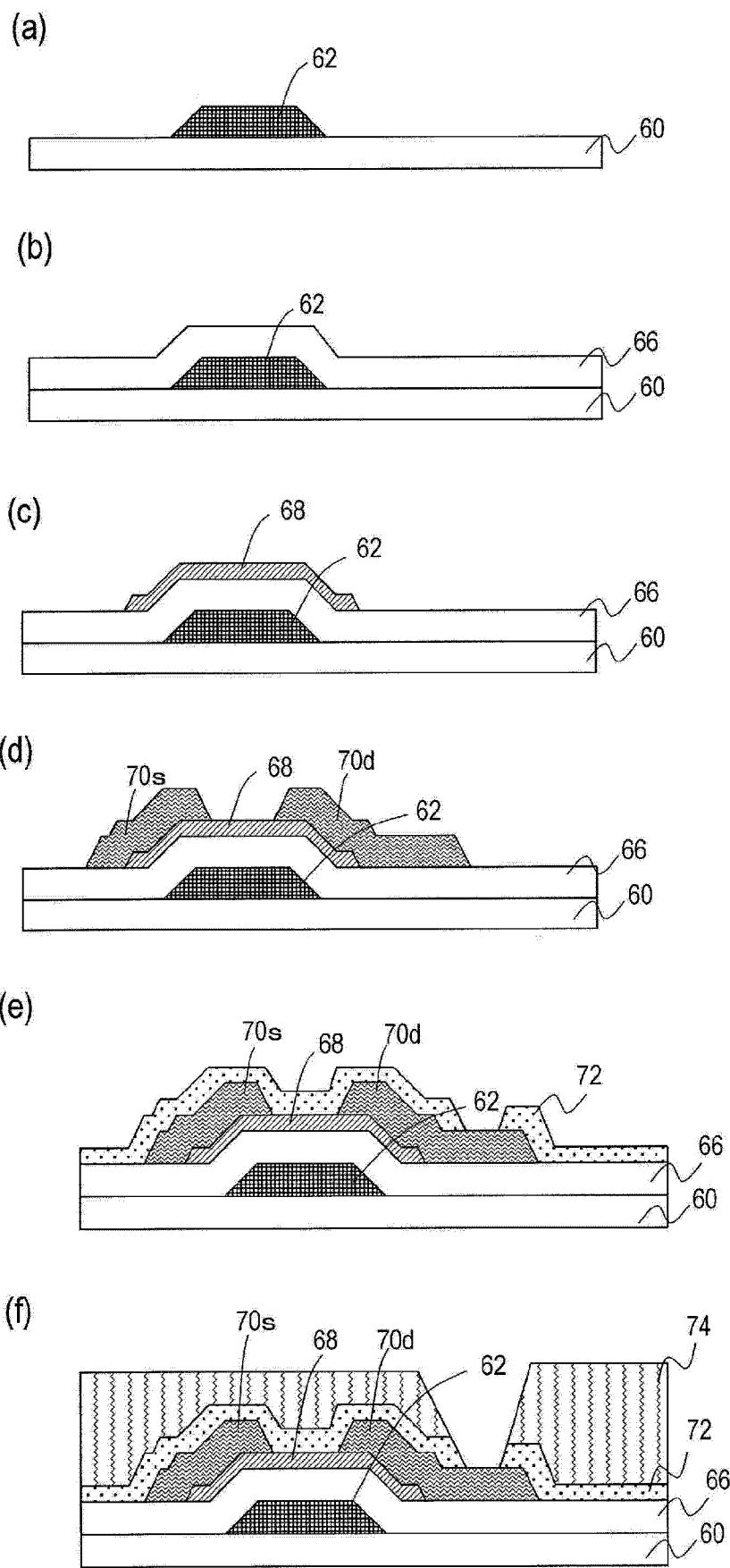
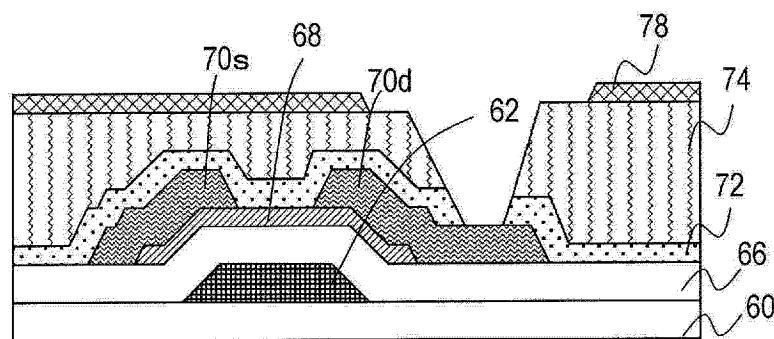


图 6

(a)



(b)

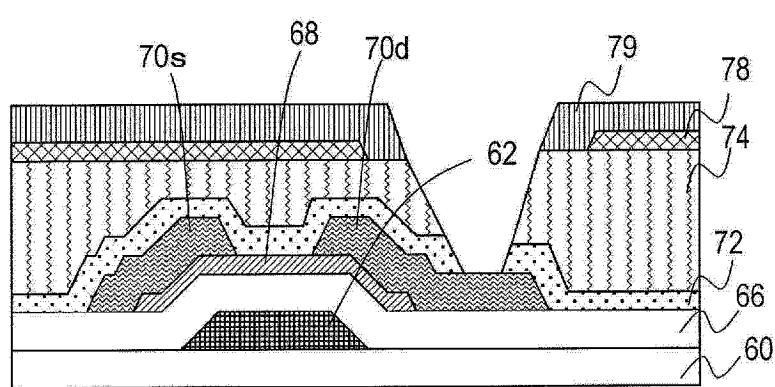


图 7

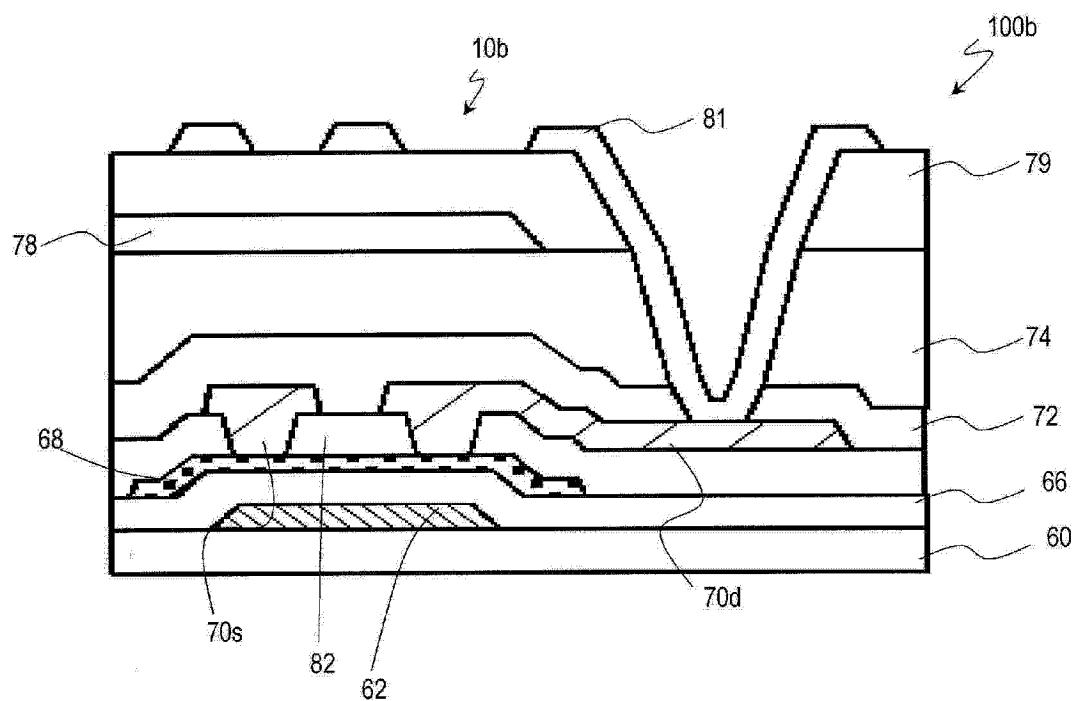


图 8

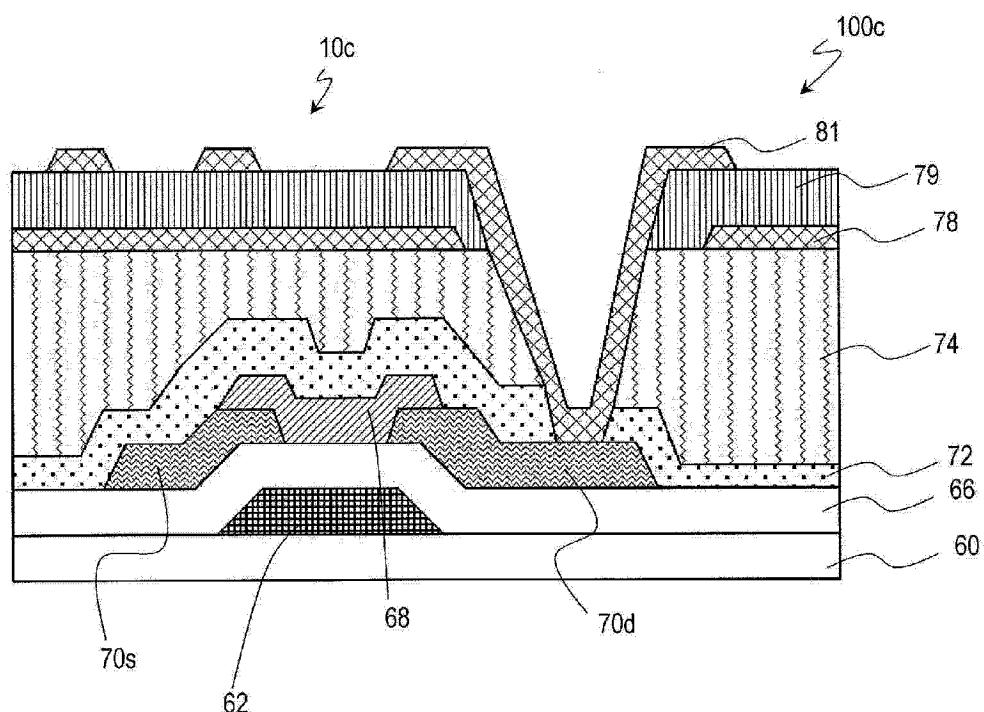


图 9

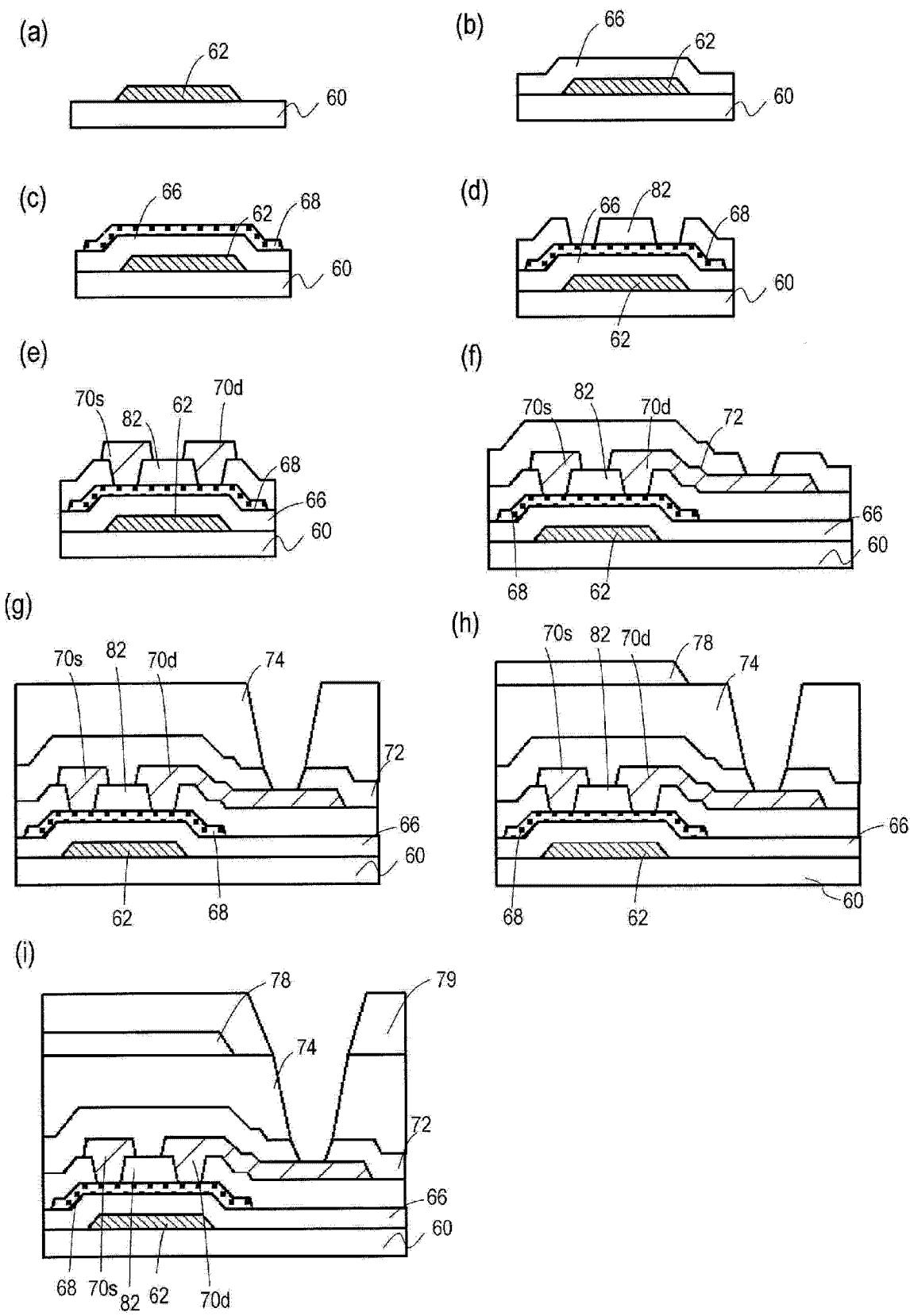


图 10

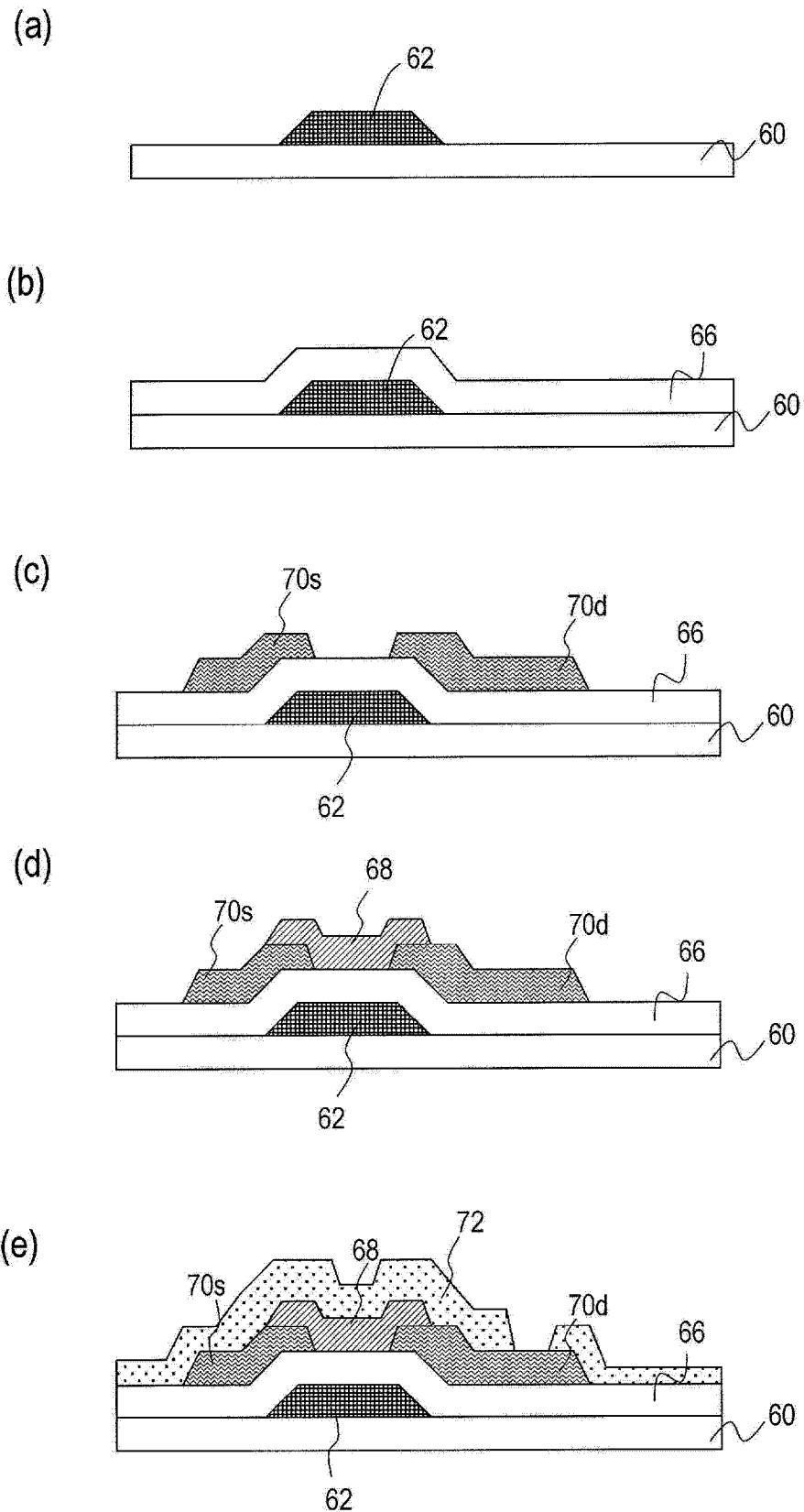


图 11

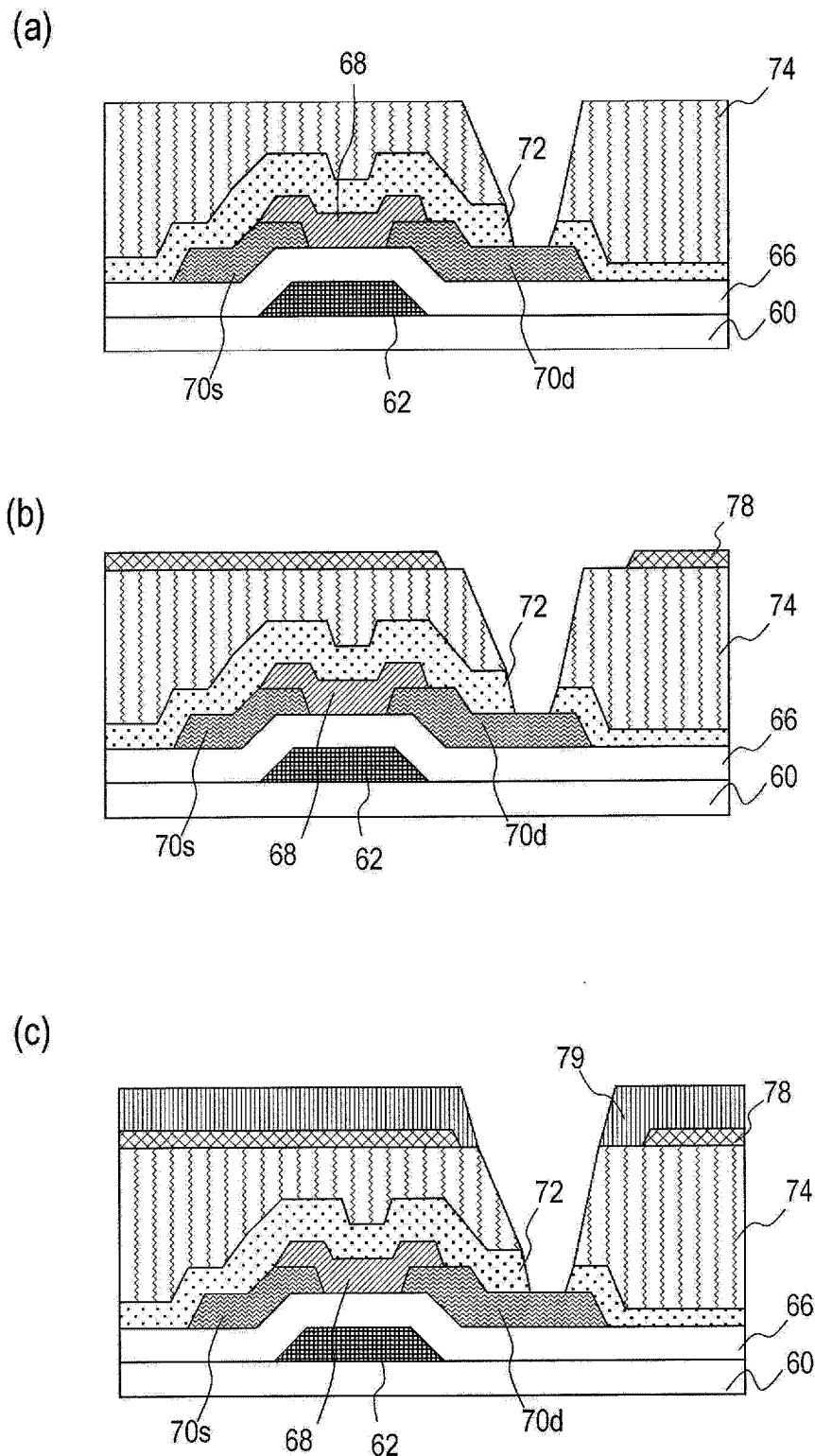


图 12

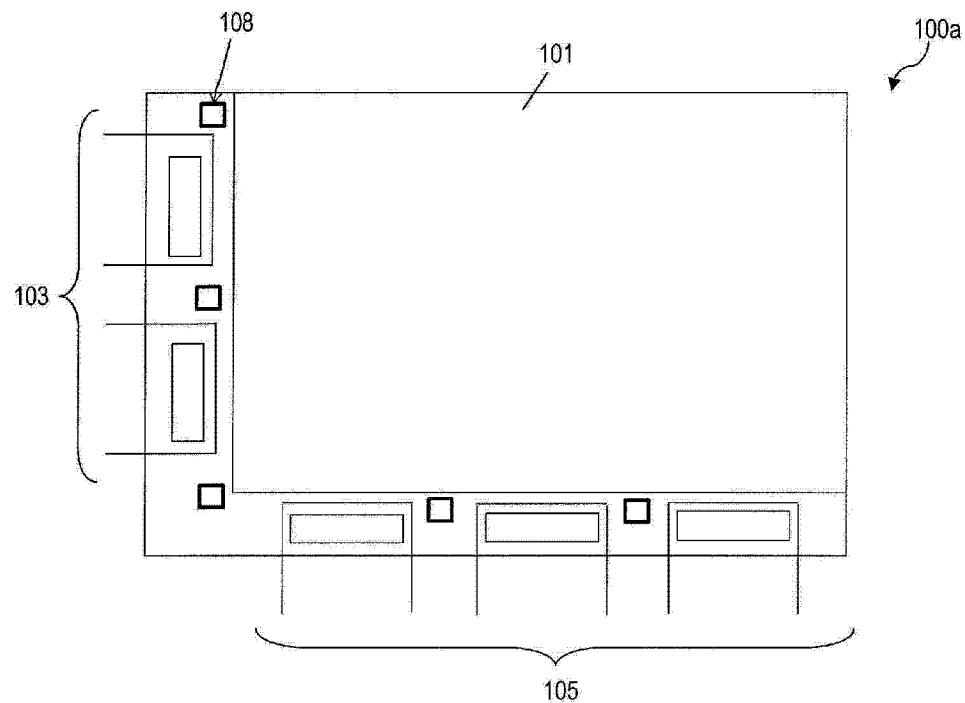


图 13

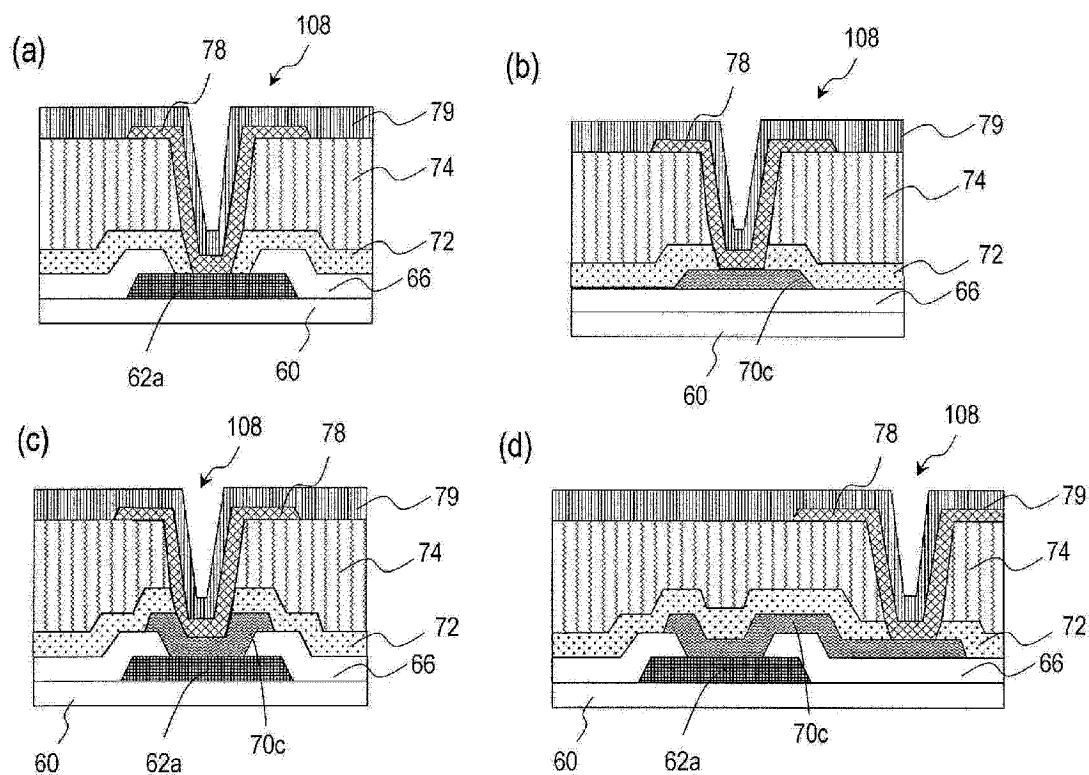


图 14