



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102208419 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201110081650. X

(22) 申请日 2007. 08. 31

(30) 优先权数据

2006-235519 2006. 08. 31 JP

(62) 分案原申请数据

200710142266. X 2007. 08. 31

(73) 专利权人 株式会社半导体能源研究所

地址 日本神奈川县厚木市

(72) 发明人 森末将文 田中幸一郎

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 艾尼瓦尔

(51) Int. Cl.

H01L 27/12(2006. 01)

H01L 23/528(2006. 01)

H01L 21/77(2006. 01)

G02F 1/167(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0255688 A1, 2005. 11. 17, 全文.

CN 1416299 A, 2003. 05. 07, 全文.

CN 1477909 A, 2004. 02. 25, 全文.

US 2004/0257787 A1, 2004. 12. 23, 全文.

US 2004/0082195 A1, 2004. 04. 29, 全文.

审查员 杨春光

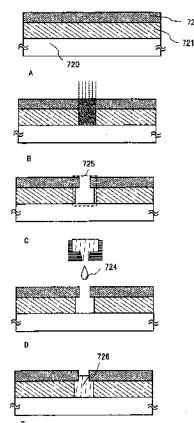
权利要求书 1 页 说明书 23 页 附图 23 页

(54) 发明名称

半导体器件的制造方法及显示器件的制造方法

(57) 摘要

半导体器件的制造方法及显示器件的制造方法。本发明的课题在于提供提高材料的利用效率并使制造工序简化,来制造高可靠性的半导体器件的方法。其包括如下工序:在衬底上形成导电层;在该导电层上形成透光层;以及从该透光层上照射飞秒激光来选择性地除去该导电层及该透光层。也可以按照将该透光层的端部配置在比该导电层的端部更靠内侧的方式来除去该导电层及该透光层。此外,也可以在照射飞秒激光之前对该透光层的表面进行憎液处理。



1. 一种半导体器件,所述半导体器件包括:
第一衬底;
第一衬底之上的薄膜晶体管;
薄膜晶体管之上的布线,所述布线具有第一开口部;
布线上的绝缘层,所述绝缘层具有第二开口部;和
第一开口部和第二开口部中并位于绝缘层上的导电层,
其中第一开口部大于第二开口部,
其中导电层通过第一开口部和第二开口部,
其中第二开口部中的绝缘层的端部配制为比第一开口部中的布线的端部更靠内侧,并
且
其中导电层电连接到薄膜晶体管。
2. 权利要求 1 的半导体器件,其中薄膜晶体管选自反转交错型薄膜晶体管、正交错型薄膜晶体管或共面型薄膜晶体管。
3. 权利要求 1 的半导体器件,其中布线包括铬、钼、镍、钛、钴、铜和铝的至少一种。
4. 权利要求 1 的半导体器件,其中绝缘层为透光层。
5. 权利要求 1 的半导体器件,其中绝缘层为透光有机树脂层。
6. 一种电泳元件,所述电泳元件包括:
第一衬底;
第一衬底之上的薄膜晶体管;
薄膜晶体管之上的布线,所述布线具有第一开口部;
布线上的绝缘层,所述绝缘层具有第二开口部;
第一开口部和第二开口部中并位于绝缘层上的第一导电层,
第一导电层上的微胶囊;
微胶囊上的第二导电层;和
第二导电层上的第二衬底,
其中第一开口部大于第二开口部,
其中第一导电层通过第一开口部和第二开口部,
其中第二开口部中的绝缘层的端部配制为比第一开口部中的布线的端部更靠内侧,
其中第一导电层电连接到薄膜晶体管,并且
其中微胶囊包括微细透明容器,所述微细透明容器含有带电黑色粒子、带电白色粒子和透明分散介质。
7. 权利要求 6 的电泳元件,其中薄膜晶体管选自反转交错型薄膜晶体管、正交错型薄膜晶体管或共面型薄膜晶体管。
8. 权利要求 6 的电泳元件,其中布线包括铬、钼、镍、钛、钴、铜和铝的至少一种。
9. 权利要求 6 的电泳元件,其中绝缘层为透光层。
10. 权利要求 6 的电泳元件,其中绝缘层为透光有机树脂层。

半导体器件的制造方法及显示器件的制造方法

[0001] 本申请是申请号为 200710142266X, 申请日为 2007 年 8 月 31 日, 名称为“半导体器件的制造方法及显示器件的制造方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及利用使用飞秒激光的接触孔开口的半导体元件的制造方法。此外, 本发明还涉及具有半导体元件的半导体器件的制造方法。

背景技术

[0003] 在衬底上层叠半导体膜、绝缘膜、以及导电层等的各种薄膜, 通过光刻技术适当地形成预定的接触孔来制造薄膜晶体管(下面也称为“TFT”)及使用该薄膜晶体管的电路。光刻技术是指利用光将在被称为光掩模的透明平板表面上利用非透光材料形成的电路等的图案转印在目标衬底上的技术。该光刻技术广泛地使用于半导体集成电路等的制造工序中。而且, 以使用光刻技术转印到衬底上的图案为掩模, 并且通过对在该成为接触孔的部分中存在的绝缘膜、半导体膜、金属膜等进行蚀刻来除去, 可以在所希望的位置上形成接触孔。

[0004] 在采用现有的光刻技术的制造工序中, 即便仅进行使用被称为光致抗蚀剂的感光有机树脂材料来形成的掩模图案的处理, 也需要曝光、显影、焙烧、剥离等多阶段的工序。因此, 光刻工序的次数越增加, 制造成本必然越升高。为了改善这些问题, 试图缩减光刻工序来制造 TFT(例如, 参照专利文献 1)。在专利文献 1 中, 在使用通过光刻工序形成的抗蚀剂掩模一次之后, 通过膨胀而使其体积增大后作为不同形状的抗蚀剂掩模再次利用。

[0005] [专利文献 1]

[0006] 日本特开 2000-133636 号公报

发明内容

[0007] 然而, 当使用该光刻工序时, 由于需要进行至少五个工序, 即感光剂涂敷、构图、显影处理、蚀刻处理、以及剥离处理, 因此直至工序结束需要花费很多时间, 从而生产性降低。此外, 由于使用各种药品如感光剂的抗蚀剂、用于显影的显影剂、以及用于剥离的剥离液等, 因此在工序中会产生有害的废液, 除了药品的原价以外废液的处理费用也会增加制造费用。而且, 有可能发生该药品所导致的环境污染。

[0008] 此外, 形成在采用该光刻工序形成的接触孔中的导电层的形状不良会引起通过接触孔连接的导电层之间的连接不良, 成为降低能够获得的半导体器件的成品率及可靠性的原因。特别是, 在形成用于形成电路的布线层时, 布线层的连接不良对电特性造成了不好的影响, 例如短路等。

[0009] 本发明的课题为提供一种技术, 其中, 在制造 TFT 及使用 TFT 的半导体器件、以及由 TFT 形成的显示器件的工序中, 缩减光刻工序, 而且使工序简化, 以提高生产能力。此外, 本发明的目的还在于提供以所希望的形状控制性好地形成构成这些显示器件的布线等的

结构物的方法。

[0010] 本发明的特征在于,通过使用飞秒激光来在绝缘层及导电层中形成开口部(接触孔),并且通过将液状导电材料喷出到该开口部中来形成覆盖该开口部的导电层。

[0011] 本发明的半导体器件的制造方法的特征在于,在衬底上形成导电层,在所述导电层上形成透光层,并从所述透光层上照射飞秒激光选择性地除去所述导电层及所述透光层。

[0012] 本发明的半导体器件的制造方法的特征在于,在衬底上形成导电层,在所述导电层上形成透光层,从所述透光层上照射飞秒激光并选择性地除去所述导电层及所述透光层来在所述导电层及所述透光层中形成开口部,并且将液状导电材料滴落到所述开口部中。

[0013] 在本发明的半导体器件的制造方法中,也可以以将所述透光层的端部配置为比所述导电层的端部更靠内侧的方式来除去所述导电层及所述透光层。

[0014] 本发明的半导体器件的制造方法的特征在于,在衬底上形成第一导电层,在所述第一导电层上形成透光层,从所述透光层上照射飞秒激光并选择性地除去所述第一导电层及所述透光层来在所述第一导电层及所述透光层中形成开口部,并且将液状导电材料滴落到所述开口部中来形成与所述第一导电层电连接的第二导电层。

[0015] 在本发明的半导体器件的制造方法中,也可以以将所述透光层的端部配置为比所述第一导电层的端部更靠内侧的方式来除去所述第一导电层及所述透光层。

[0016] 在本发明的半导体器件的制造方法中,也可以对所述透光层的表面进行憎液处理。

[0017] 本发明还可以使用在作为具有显示功能的器件的显示器件中。作为使用本发明的显示器件有,将含有被称为电致发光(下面也称为“EL”)的显现发光的有机物、无机物、或有机物和无机物的混合物的层夹在电极之间的发光元件与 TFT 连接的发光显示器件、以及使用具有液晶材料的液晶元件作为显示元件的液晶显示器件等。

[0018] 在上述结构中,可以使用铬、钼、镍、钛、钴、铜、或者铝中的一种或多种来构成形成开口的导电层。此外,可以使用透过飞秒激光的材料,例如使用具有透光性的有机树脂等来构成形成开口的透光层。

[0019] 通过本发明,由于可以缩减复杂的光刻工序并以简化了的工序制造半导体器件,因此材料的浪费少且可以实现成本的降低。从而可以高成品率地制造高性能、高可靠性的显示器件。

附图说明

[0020] 图 1 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。

[0021] 图 2 是说明本发明的半导体器件的制造方法的图。

[0022] 图 3 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。

[0023] 图 4 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。

[0024] 图 5 是说明本发明的半导体器件的制造方法的图。

[0025] 图 6 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。

[0026] 图 7 是说明本发明的半导体器件的制造方法的图。

[0027] 图 8 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。

- [0028] 图 9 是说明能够适用于本发明的发光元件的截面结构的图。
- [0029] 图 10 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。
- [0030] 图 11 是说明能够适用于本发明的发光元件的等效电路的图。
- [0031] 图 12 是说明本发明的半导体器件的制造方法的截面图。
- [0032] 图 13 是说明能够适用于本发明的电泳元件的截面结构的图。
- [0033] 图 14 是说明当在本发明的显示面板中使用 TFT 来形成扫描线侧驱动电路时的电路结构的图。
- [0034] 图 15 是说明当在本发明的显示面板中使用 TFT 来形成扫描线侧驱动电路时的电路结构的图（移位寄存电路）。
- [0035] 图 16 是说明当在本发明的显示面板中使用 TFT 来形成扫描线侧驱动电路时的电路结构的图（缓冲电路）。
- [0036] 图 17 是说明本发明的半导体器件的俯视图。
- [0037] 图 18 是说明本发明的半导体器件的俯视图。
- [0038] 图 19 是说明使用本发明的半导体器件的电子设备的立体图。
- [0039] 图 20 是说明使用本发明的半导体器件的电子设备的图。
- [0040] 符号说明
- [0041] 720 衬底
- [0042] 721 导电层
- [0043] 722 透光层
- [0044] 724 导电材料
- [0045] 725 开口部
- [0046] 726 导电层

具体实施方式

[0047] 将参照附图详细地说明本发明的实施方式。但是，本发明不局限于下面的说明，所属领域的普通人员很容易地了解的一个事实就是在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下，其方式和详细内容可以被变换为各种各样的形式。因此，本发明不应该被解释为仅限定在下面示出的实施方式所记载的内容中。注意，在下面说明的本发明的结构中，在不同的附图中使用共通的附图标记来表示相同的部分或具有同样功能的部分，并省略其重复说明。

[0048] （实施方式 1）

[0049] 本实施方式中将说明一种方法，其通过使用飞秒激光形成开口部（接触孔）并将液状导电材料喷出到该开口部中，形成覆盖该开口部的导电层。

[0050] 首先，在衬底 720 上形成导电层 721（参照图 1A）。注意，作为导电层 721，例如可以使用由含有选自钛（Ti）、铝（Al）、钽（Ta）、钨（W）、钼（Mo）、铜（Cu）、铬（Cr）、钕（Nd）、铁（Fe）、镍（Ni）、钴（Co）、钌（Ru）、铑（Rh）、钯（Pd）、锇（Os）、铱（Ir）、银（Ag）、金（Au）、铂（Pt）、镉（Cd）、锌（Zn）、硅（Si）、锗（Ge）、锆（Zr）、钡（Ba）中的元素的材料构成的层的单层或叠层来形成。

[0051] 接着，在导电层 721 上形成透光层 722（参照图 1（A））。在此，透光层 722 只要是由透过激光的材料形成的薄膜，就没有特别的限制。例如，可以使用透光性的有机树脂等来形

成。此外,也可以对透光层 722 的表面进行憎液处理。

[0052] 接着,从透光层 722 上照射飞秒激光(参照图 1(B))。可以通过对透光层 722 的表面照射飞秒激光,选择性地除去导电层 721 及透光层 722(参照图 1(C))。就是说,在导电层 721 及透光层 722 上可以选择性地形成开口部 725。在此,将飞秒激光的焦点调节为位于透光层 722 或导电层 721 中。注意,在根据衬底的起伏,焦点的位置改变的情况下,也可以给光学系统赋予自动对焦功能。注意,即使在将飞秒激光的焦点位于透光层 722 中地照射飞秒激光的情况下,由于该透光层 722 是薄膜,因此难以仅选择性地除去该透光层 722。因此,下层的导电层 721 也一起被除去来形成在导电层 721 及透光层 722 中形成开口而成的开口部 725。此外,在像这样照射飞秒激光来形成开口部的情况下,也可以在开口部 725 中,按照透光层 722 的端部形成在比导电层 721 的端部更靠内侧的方式形成。通过采用上述形状,可以在开口部保持着小的口径的同时,增加导电层 721 的露出面积。这样,可以通过层叠导电层 721 及透光层 722 并使用飞秒激光形成开口,形成口径小的开口部。即使是这种开口部,通过使用导电树脂材料来形成接触,也可以形成良好的连接结构。

[0053] 注意,飞秒激光是指脉冲宽度为飞秒(10^{-15} 秒)范围内的激光。该飞秒激光从如下激光振荡器中发射。能够作为用作该激光振荡器的激光,可举出将 Nd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er 等的掺杂物添加到 Sapphire、YAG、陶瓷 YAG、陶瓷 Y_2O_3 、KGW、KYW、 Mg_2SiO_4 、YLF、 YVO_4 、 $GdVO_4$ 等的结晶中的激光等。

[0054] 在本实施方式中,由于可以通过使用激光选择性地形成开口部 725,因此不需要形成掩模层,即可缩减工序及材料。另外,由于可以通过使用飞秒激光来聚焦在非常小的光点上,所以可以将该加工的导电层及绝缘层高精度地加工成为预定的形状。并且,由于是在短时间内瞬间地进行加热,因而具有几乎无须对加工区域之外的区域进行加热的优点。此外,通过使用飞秒激光,可以对透过光(几乎不吸收光)的物质容易地进行加工。此外,可以采用单一的工序来加工将不同的材料层叠为多层的膜。

[0055] 接着,将液状导电材料 724 滴落到开口部 725 中(参照图 1(D))。在此,采用液滴喷出(喷射)法(根据其方式也被称为喷墨法),该液滴喷出法能够选择性地喷出(喷射)为特定目的而制备的组合物液滴来将导电层等形成成为预定的图案。将包含结构物形成材料的液状导电材料(液滴)724 喷出到开口部 725 中,进行焙烧、干燥等来固定化,以形成具有有所希望的图案的导电层 726(参照图 1(E))。

[0056] 在此,将用于液滴喷出法的液滴喷出装置的一个方式示于图 2 中。液滴喷出装置 1403 的各个喷头 1405、1412 连接到控制装置 1407,通过计算机 1410 对其进行的控制装置可以描画成预先设计的图案。作为描画的时机,例如可以以形成在衬底 1400 上的标记 1411 为标准进行。或者,也可以以衬底 1400 的边缘为标准来确定参照点。由摄像装置 1404

[0057] 测出该参照点,在图像处理装置 1409 中转换为数字信号,由计算机 1410 进行识别来产生控制信号,并且传送到控制装置 1407 中。作为摄像装置 1404,可以使用利用电荷耦合元件(CCD)及互补金属氧化物半导体的图像传感器等。当然,形成在衬底 1400 上的图案的信息存储在存储介质 1408 中,根据该信息向控制装置 1407 传送控制信号,并且可以分别控制液滴喷出装置 1403 的各个喷头 1405、1412。将喷出的材料从材料供给源 1413、材料供给源 1414 通过导管分别供给到喷头 1405、1412 中。

[0058] 喷头 1405 的内部为具有如虚线 1406 所示那样填充液状材料的空间和作为喷出口

的喷嘴的结构。虽然未图示,喷头 1412 也具有与喷头 1405 相同的内部结构。当以互不相同的尺寸来设置喷头 1405 和喷头 1412 的喷嘴时,可以以不同的宽度来同时描画不同的材料。在能够仅用一个喷头来分别喷出导电材料以及有机、无机材料等并进行描画,且在如层间膜的广泛区域中进行描画的情况下,为了提高生产率,可以由多个喷嘴同时喷出相同的材料进行描画。在使用大型衬底的情况下,在衬底上喷头 1405、1412 可以向箭头所示的方向扫描自如,自由地设定进行描画的区域,并且可以在一张衬底上描画多个相同的图案。

[0059] 在采用液滴喷出法形成导电层的情况下,通过喷出含有加工为粒子状的导电材料的组合物,且通过进行烧成使其熔合或熔接而发生固化,从而形成导电层。虽然采用溅射法等形成的导电层(或者绝缘层)的大部分显示柱状结构,但是如上所述那样在通过喷出含有导电材料的组合物并烧成而成的导电层(或者绝缘层)主要显示具有多个晶界的多晶状态。

[0060] 在本实施方式中,通过使用飞秒激光来在透光层 722 中形成开口部 725,并且通过采用液滴喷出法来在该开口部 725 中形成导电层 726。据此,可以形成开口部,而不进行复杂的光刻工序,且该导电层 726 可以与透光层 722 之下的导电层 721 良好地电接触,而不受到该开口部的形状的影响。例如,在开口部 725 中,即便在透光层 722 的端部形成在比导电层 721 的端部更靠内侧(开口部为倒锥形)的情况或开口部窄的情况下,由于导电层 726 通过将液状导电材料喷出到开口部中来形成,从而可以与导电层 721 良好地电接触。

[0061] 此外,在本实施方式中,也可以在对透光层 722 照射飞秒激光之前,对透光层 722 的表面进行憎液处理。通过对透光层 722 的表面进行憎液处理,可以防止如下情况:当在开口部 725 中形成导电层 726 之际,液状导电材料(液滴)724 层叠在透光层 722 的表面上,而不进入到开口部 725 中,可以精度更好地将导电材料 724 流到开口部 725 中。

[0062] (实施方式 2)

[0063] 在本实施方式中,对于采用实施方式 1 的方法的半导体器件的制造方法,将参照图 3A 至 3F 来说明。

[0064] 在此,作为半导体器件,使用反转交错型薄膜晶体管(反转交错型 TFT)来说明。注意,也可以制造正交错型薄膜晶体管、共面型薄膜晶体管、二极管、MOS 晶体管等的半导体元件,而不局限于反转交错型薄膜晶体管。

[0065] 首先,在衬底 100 上形成栅电极层 182(参照图 3(A))。衬底 100 可以使用由钡硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃等构成的玻璃衬底、石英衬底、金属衬底、或者具有可承受本制造工序的处理温度的耐热性的塑料衬底。此外,也可以通过 CMP 法等来抛光,以使衬底 100 的表面平整化。注意,也可以在衬底 100 上形成绝缘层。绝缘层通过 CVD 法、等离子体 CVD 法、溅射法、旋转涂敷法等的方法,使用含有硅的氧化物材料、氮化物材料,并以单层或叠层来形成。也可以不形成该绝缘层,但具有遮断来自衬底 100 的污染物质等的效果。

[0066] 在采用例如溅射法、PVD(物理气相淀积)法、如减压 CVD 法(LPCVD 法)、或者等离子体 CVD 法等的方法来形成导电层之后,通过光刻工序对导电层选择性地蚀刻,可以形成栅电极层 182。此外,作为形成栅电极层 182 的导电材料,可以使用选自 Ag、Au、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu 中的元素、或者以所述元素为主要成分的合金材料或化合物材料。另外,也可以使用以掺杂磷等杂质元素的多晶硅膜为代表的半导体膜、AgPdCu 合金。此外,可以是单层结构或多个层的结构,例如,既可以是氮化钨膜和

钼 (Mo) 膜的双层结构,又可以是按顺序层叠膜厚度为 50nm 的钨膜、膜厚度为 500nm 的铝和硅的合金膜、膜厚度为 30nm 的氮化钛膜的三层结构。此外,在采用三层结构的情况下,既可以使用氮化钨代替第一导电膜的钨,又可以使用铝和钛的合金膜代替第二导电膜的铝和硅的合金膜。而且,还可以使用钛膜代替第三导电膜的氮化钛膜。

[0067] 在本实施方式中,选择性地喷出组合物来形成栅电极层。当像这样选择性地形成栅电极层时,具有简化加工工序的效果。

[0068] 接着,在衬底 100 及栅电极层 182 上形成栅绝缘层 180 (参照图 3(A))。作为栅绝缘层 180,使用硅的氧化物材料或氮化物材料等的材料来形成即可,并且可以是叠层或单层。在本实施方式中,使用氮化硅膜、氧化硅膜的双层的叠层。此外,也可以采用该叠层、氧氮化硅膜的单层、或由三层以上构成的叠层。优选使用具有致密的膜性质的氮化硅膜。另外,在将银及铜使用于采用液滴喷出法来形成的导电层的情况下,当在其上形成窒化素膜及 NiB 膜作为阻挡膜时,具有防止杂质的扩散并使表面平整化的果。注意,为了在较低的成膜温度下形成栅极漏电流少并致密的绝缘膜,优选将氩等的稀有气体元素包含在反应气体中,并混入到要形成的绝缘膜中。在此,通过等离子体 CVD 法,形成 50 ~ 200nm 的氮化硅层。

[0069] 接着,在衬底 100 的栅绝缘层 180 上形成半导体层 185a。作为形成半导体层 185a 的材料,可以使用以硅烷及锗烷为代表的半导体材料气体并采用气相成长法及溅射法来制造的非晶半导体 (下面也称为“AS”)、利用光能及热能来使该非晶半导体晶化的多晶半导体、或半晶 (也被称为微晶或“SAS”) 半导体等。注意,可以采用液滴喷出法来形成半导体层 185a,该液滴喷出法从微细的孔喷出经过调整的组合物液滴来形成具有预定形状的层。此外,也可以采用印刷法来形成。另外,也可以在采用 CVD 法、PVD 法、涂敷法等在衬底上形成半导体层之后,通过光刻工序选择性地对导电层进行蚀刻来形成半导体层 185a。

[0070] 作为非晶半导体,可以典型地举出氢化非晶硅,而作为结晶半导体,可以典型地举出多晶硅等。多晶硅包括使用以 800℃ 以上的加工温度形成的多晶硅作为主要材料的所谓高温多晶硅、使用以 600℃ 以下的加工温度形成的多晶硅作为主要材料的所谓低温多晶硅、以及添加促进晶化的元素等来晶化的多晶硅等。当然,也可以使用在半晶半导体或半导体层的一部分中含有晶相的半导体。

[0071] 注意,SAS 是一种半导体,其具有非晶结构和结晶结构 (包括单晶和多晶) 之间的中间结构,且具有在自由能方面稳定的第三状态,还包括具有短程有序和晶格畸变的结晶区域。在膜中至少一部分区域上可以观察到 0.5 ~ 20nm 的结晶区域,当以硅为主要成分时,拉曼光谱转移到比 520cm^{-1} 低的波数一侧。在 X 射线衍射中观察到由硅的晶格引起的 (111)、(220) 的衍射峰值。含有至少 1 原子% 或者更多的用于终结悬浮键 (悬挂键) 的氢或卤素。通过对含硅的气体进行辉光放电分解 (等离子体 CVD) 来形成 SAS。作为含硅的气体,可以使用 SiH_4 ,除此之外还可以使用 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 等。此外,也可以混合 F_2 、 GeF_4 。还可以使用 H_2 、或 H_2 和选自 He、Ar、Kr 及 Ne 的一种或者多种稀有气体对该含硅的气体进行稀释。稀释比例为 2 ~ 1000 倍的范围内,压力大致为 0.1Pa ~ 133Pa 的范围内,并且电源频率为 1MHz ~ 120MHz,优选为 13MHz ~ 60MHz。衬底加热温度优选为 300℃ 以下,并且也可以以 100 ~ 200℃ 的衬底加热温度来形成。在此,作为在成膜时主要掺杂的杂质元素,优选来自大气成分的诸如氧、氮或者碳等的杂质为 $1 \times 10^{20}\text{cm}^{-3}$ 以下,尤其是氧浓度为 $5 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 以下、优选为 $1 \times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ 以下。此外,通过添加稀有气体元素诸如氩、

氩、氦或氖等,以进一步加强晶格畸变来提高稳定性,从而可以获得优良的 SAS。此外,作为半导体层,还可以在由氟类气体形成的 SAS 层之上层压由氢类气体形成的 SAS 层。

[0072] 在半导体层中使用结晶半导体层时,该结晶半导体层的制造方法可以采用各种方法(激光结晶化法、热结晶化法、或使用镍等的促进晶化的元素的热结晶化法等)。此外,也可以对作为 SAS 的微结晶半导体照射激光来晶化,以提高结晶性。在不引入促进晶化的元素的情况下,当对非晶硅膜照射激光之前,通过在氮气氛下、500℃下加热一个小时,使非晶硅膜的含氢浓度释放至 1×10^{20} 原子/cm³ 以下。这是因为当对含有大量氢的非晶硅膜照射激光时,非晶硅膜被破坏的缘故。

[0073] 作为对非晶半导体层引入金属元素的方法,只要是能够使该金属元素存在于非晶半导体层的表面上或其内部的方法,则没有特别的限制,例如可以使用溅射法、CVD 法、等离子体处理法(包括等离子体 CVD 法)、吸附法、涂敷金属盐的溶液的方法。在上述方法中,使用溶液的方法简单,在易于调整金属元素的浓度方面有用。此外,此时优选通过在氧气氛中照射 UV 光、热氧化法、使用含有羟基的臭氧水或过氧化氢的处理等形成氧化膜,以便改善非晶半导体层的表面的可湿性,并将水溶液扩散在非晶半导体层的整个表面。

[0074] 既可以组合通过热处理和激光照射的晶化来进行非晶半导体层的晶化,又可以单独地多次进行热处理或激光照射。此外,也可以通过等离子体法,将结晶半导体层直接形成在衬底上。

[0075] 此外,可以使用有机半导体材料并通过印刷法、分配器法、喷射法、旋转涂敷法、液滴喷出法等来形成半导体。在此情况下,因为不需要上述蚀刻工序,所以可以缩减工序数。作为有机半导体,可以使用低分子材料、高分子材料等,还可以使用有机色素、导电性高分子材料等材料。作为使用于本发明的有机半导体材料,优选采用其骨架由共轭双键构成的 π 电子共轭体系的高分子材料。典型地为,可以使用聚噻吩、聚茱、聚(3-烷基噻吩)、聚噻吩衍生物、并五苯等。

[0076] 作为除此之外还可以使用于本发明的有机半导体材料有,通过在将可溶性的前体成膜后进行处理,可以形成半导体层的材料。注意,作为这种有机半导体材料有聚噻吩乙烯、聚(2,5-噻吩乙烯)、聚乙炔、聚乙炔衍生物、聚丙炔乙烯等。

[0077] 当将前体转换为有机半导体之际,不但进行加热处理,而且还添加氯化氢气体等的反应催化剂。另外,作为使这些可溶性有机半导体材料溶解的典型的溶媒,可以适用甲苯、二甲苯、氯苯、二氯苯、苯甲醚、氯仿、二氯甲烷、 γ -丁内酯、丁基溶纤剂、环己烷、NMP(N-甲基-2-吡咯烷酮)、环己酮、2-丁酮、二噁烷、二甲基甲酰胺(DMF)、或 THF(四氢呋喃)等。

[0078] 接着,在半导体层 185a 上形成具有一导电型的半导体层 186(参照图 3(B))。具有一导电型的半导体层 186 用作源极区及漏极区发挥作用。注意,根据需要形成具有一导电型的半导体膜即可,并且可以形成包括赋予 n 型的杂质元素(P、As)的具有 n 型的半导体膜以及包括赋予 p 型的杂质元素(B)的具有 p 型的半导体膜。此外,可以采用液滴喷出法来形成具有一导电型的半导体层 186,该液滴喷出法从微细的孔喷出经过调整的组合物的液滴形成具有预定形状的层。也可以采用印刷法来形成。另外,在通过 CVD 法、PVD 法、涂敷法等形成在衬底上形成之后,也可以通过光刻工序选择性地蚀刻,来形成具有一导电型的半导体层 186。

[0079] 接着,在具有一导电型的半导体层 186 上形成布线 187(参照图 3(C))。作为布线 187 的形成方法,可以通过液滴喷出法滴落导电膏并进行烧成而形成。此外,也可以采用印刷法来形成。另外,也可以在通过 CVD 法、PVD 法、涂敷法等形成导电层之后,通过光刻工序对该导电层选择性地蚀刻,来形成布线 187。

[0080] 布线 187 用作源电极层或漏电极层发挥作用,并且与具有一导电型的半导体层 186 电连接。作为形成布线 187 的导电材料,可以使用以 Ag(银)、Au(金)、Cu(铜)、W(钨)、Al(铝)等金属粒子为主要成分的组合。此外,也可以组合具有透光性的氧化铟锡(ITO)、含有氧化硅的氧化铟锡(ITSO)、有机铟、有机锡、氧化锌、氮化钛等。

[0081] 另外,通过使用液滴喷出法形成,与通过旋转涂敷法等整面涂敷形成相比可以防止材料的浪费,能够降低成本。

[0082] 接着,在布线 187 上形成绝缘层 183(参照图 3(D))。作为绝缘层 183 的材料,只要是由透过激光的材料形成的透光层,则没有特别的限制。例如,可以使用由无机材料(氧化硅、氮化硅、氧氮化硅、氮氧化硅等)、感光或非感光性的有机材料(有机树脂材料)(聚酰亚胺、丙烯酸、聚酰胺、聚酰亚胺-酰胺、抗蚀剂、苯并环丁烯等)、低介电常数材料等中的一种或多种构成的膜、或者上述膜的叠层等。此外,也可以使用硅氧烷材料。另外,也可以对绝缘层 183 的表面进行憎液处理。

[0083] 接着,在绝缘层 183 中形成开口部 184(参照图 3(E))。在本实施方式中,如实施方式 1 所示那样,通过对所希望的位置照射飞秒激光,在布线 187 及绝缘层 183 中的所希望的位置上可以形成开口部 184。

[0084] 接着,在开口部 184 中,喷出含有导电材料的组合物来形成电极层 181(参照图 3(E)、3(F))。当选择性地喷出组合物来形成电极层时,具有加工工序简化的效果。

[0085] 注意,也可以通过 CMP 法采用聚乙烯醇类的多孔体清洗并抛光电极层 181,以便使其表面平整化。此外,也可以在采用 CMP 法的抛光之后,对电极层 181 的表面进行紫外线照射、氧等离子体处理等。

[0086] 通过上述工序,完成形成在衬底 100 上的底栅型薄膜晶体管 188 和电极层 181 连接的半导体元件。

[0087] 在本实施方式中,使用飞秒激光来在绝缘层 183 中形成开口部 184,并且通过液滴喷出法在该开口部 184 中形成电极层 181。因为在本实施方式中使用飞秒激光来形成开口部,所以对于以往需要进行复杂的光刻工序来在导电层和绝缘层中形成开口部而言,可以以单一的工序形成开口部,而不采用光刻工序。并且,由于使用液滴喷出法来形成覆盖开口部的电极层,因此该电极层 181 可以与在绝缘层之下的布线 187 良好地电接触,而不受到该开口部的形状的影响。例如,在开口部 184 中,即便在将绝缘层 183 的端部形成在比布线 187 的端部更靠内侧(开口部为倒锥形)的情况或开口部窄的情况下,由于电极层 181 通过在开口部中喷出液状导电材料来形成,因此也可以与布线 187 良好地电接触。

[0088] 此外,在本实施方式中,也可以在对绝缘层 183 照射飞秒激光之前,对绝缘层 183 的表面进行憎液处理。通过对绝缘层 183 的表面进行憎液处理,可以防止如下情况:当开口部 184 中形成电极层 181 之际,液状导电材料(液滴)层叠于绝缘层 183 的表面上,而不进入开口部 184 中可以精度更好地使导电材料流入到开口部 184 中。

[0089] 通过采用本实施方式所示的半导体器件的制造方法,可以形成布线之间的开口

(接触孔),而不采用复杂的光刻工序,并且获得良好的布线的电接触。因此材料的浪费少,且可以高成品率地制造高功能并高可靠性的半导体器件。

[0090] 实施方式 3

[0091] 在本实施方式中,使用图 4 说明具有连接到薄膜晶体管的导电层的半导体器件的制造方法。在此,形成液晶显示面板作为半导体器件。另外,在图 4 中示出液晶显示面板的一个像素的截面图,并在下面进行说明。

[0092] 如图 4(A) 所示,在衬底 100 上形成实施方式 2 所示的薄膜晶体管 188 以及覆盖薄膜晶体管 188 的绝缘层 190。在此,通过涂敷法涂敷组合物并进行烧成来形成由聚酰亚胺构成的绝缘层 190。

[0093] 接着,在绝缘层 190 的一部分中,根据实施方式 1 所示的方法,使用飞秒激光来设置开口部,以形成具有开口部的绝缘层 190。也可以在之后除去形成在布线 187 的表面的氧化物。

[0094] 然后,如图 4(B) 所示,在开口部以及绝缘层 190 的表面上形成连接到布线 187 的导电层 192。注意,导电层 192 作为像素电极发挥作用,采用液滴喷出法来选择性地形成。通过形成具有透光性的导电层 192,后面可以形成透射型发光显示面板。另外,通过形成诸如 Ag(银)、Au(金)、Cu(铜)、W(钨)、Al(铝)等具有反射性的导电层作为导电层 192,可以在后面制造反射型发光显示面板。而且,通过在每一个像素中形成上述具有透光性的导电层以及具有反射性的导电层,可以制造半透射型显示面板。

[0095] 注意,如图 4(B) 所示,开口部可以按照布线 187 与导电层 192 相接触的方式形成在布线 187 的表面上。

[0096] 另外,如图 4(C) 所示,开口部可以按照具有一导电型的半导体层 186 和导电层 192 相接触的方式形成在具有一导电型的半导体层 186 的表面上。

[0097] 通过上述工序,可以形成有源矩阵衬底。

[0098] 接着,通过印刷法或旋涂法形成绝缘膜,进行摩擦处理形成取向膜 193(参照图 4(D))。另外,也可以采用斜向蒸镀法来形成取向膜 193。

[0099] 接着,在设置有取向膜 264、第二像素电极(对置电极)263、以及着色层 262 的相对衬底 261 中,在像素部的周围区域中通过液滴喷出法形成具有闭环形状的密封材料(未图示)。可以将填料混合到密封材料中,而且,也可以在相对衬底 261 上形成彩色滤光片和遮挡膜(黑矩阵)等。

[0100] 接着,通过分配器方式(滴落方式)将液晶材料滴落在由密封材料形成的闭环的内侧,然后,在真空中贴合相对衬底和有源矩阵衬底,并进行紫外线固化来形成填充有液晶材料的液晶层 265。注意,作为形成液晶层 265 的方法,也可以使用在贴合相对衬底之后通过使用毛细现象注入液晶材料的浸渍方式(倾注方式)来代替分配器方式(滴落方式)。

[0101] 然后,通过连接导电层将布线衬底,典型为 FPC(柔性印刷电路)贴附到扫描线以及信号线的连接端子部。通过上述工序,可以形成液晶显示面板。

[0102] 注意,本实施方式虽然示出 TN 型的液晶面板,但是上述过程也可以同样地应用于其他方式的液晶面板。例如,本实施方式可以应用于与玻璃衬底平行地施加电场来使液晶取向的横电场方式的液晶面板。另外,本实施方式可以应用于 VA(垂直取向)方式的液晶面板。

[0103] 图 5 和图 6 示出 VA 型液晶面板的像素结构。图 5 是平面图,并且图 6 示出对应于图 5 所示切断线 I-J 的截面结构。在以下所示的说明中将参照该两个图来描述。

[0104] 在该像素结构中,在一个像素中具有多个像素电极,并且 TFT 连接到各个像素电极。各 TFT 按照被不同的栅极信号驱动而构成。换句话说,具有如下结构,即在以多象限设计的像素中独立控制施加给各个像素电极的信号。

[0105] 像素电极层 1624 通过开口(接触孔)1623 在布线层 1618 上与 TFT1628 相连。另外,像素电极层 1626 通过开口(接触孔)1627 在布线层 1619 上与 TFT1629 相连。TFT1628 的栅极布线层 1602 和 TFT1629 的栅电极层 1603 彼此分离,以便不同的栅极信号供应到它们。另一方面,TFT1628 和 TFT1629 共同使用用作数据线的布线层 1616。

[0106] 与实施方式 1 同样,使用具有两个工序的液滴喷出工序来制造像素电极层 1624 和像素电极层 1626。具体来说,通过第一液滴喷出工序沿像素电极层的图案的轮廓喷出包含第一导电材料的组合物,来形成框状的第一导电层。以填充框状的第一导电层内部的方式喷出包含第二导电材料的组合物,以形成第二导电层。第一导电层及第二导电层可以用作连续的像素电极层,并且可以形成像素电极层 1624、1626。像这样采用本发明,由于工序简化且防止材料的浪费,从而可以以低成本并生产性好地制造显示器件。

[0107] 像素电极层 1624 和像素电极层 1626 的形状不同,并且由槽缝 1625 分离。形成像素电极层 1626 使得其包围扩展为 V 字形的像素电极层 1624 的外侧。通过使用 TFT1628 及 TFT 1629 使施加于像素电极层 1624 和像素电极层 1626 的电压的时机不同,来控制液晶的取向。在相对衬底 1601 上形成有遮光膜 1632、着色层 1636、对置电极层 1640。另外,在着色层 1636 和对置电极层 1640 之间形成有平整化膜 1637,从而防止液晶的取向无序。图 7 示出相对衬底一侧的结构。对置电极层 1640 是在不同的像素之间共同使用的电极,并且形成有槽缝 1641。通过将该槽缝 1641 和像素电极层 1624 及像素电极层 1626 一侧的槽缝 1625 相互咬合地配置,可以有效地产生斜向电场并控制液晶的取向。据此,可以根据地点改变液晶的取向方向,从而拓宽视野角。

[0108] 像这样,可以使用使有机化合物和无机化合物复合化而成的复合材料作为像素电极层来制造液晶面板。通过使用上述像素电极,不需要使用以铟为主成分的透明导电膜,从而可以解除在原材料方面上的瓶颈问题。

[0109] 本实施方式可以与上述实施方式适当地自由地组合。

[0110] 注意,可以在连接端子和源极布线(栅极布线)之间或在像素部中设置用于防止静电破坏的保护电路,其典型为二极管等。在这种情况下,通过采用与上述 TFT 相同的工序来制造,并将像素部的栅极布线层连接到二极管的漏极或源极布线层,可以防止静电破坏。

[0111] 通过本实施方式所示的液晶显示面板的制造方法,可以形成布线之间的开口(接触孔),而不使用复杂的光刻工序,并且可以获得布线的良好的电接触。因此材料的浪费少,且可以高成品率地制造高功能并高可靠性的液晶显示面板。

[0112] (实施方式 4)

[0113] 在本实施方式中,对于制造具有连接到薄膜晶体管的导电层的半导体器件的方法进行说明。在此,形成像素电极作为导电层,并形成发光显示面板作为半导体器件。在图 8 中示出发光显示面板的一个像素,并在下面进行说明。

[0114] 如图 8(A) 所示,在衬底 100 上形成实施方式 2 所示的薄膜晶体管 188 以及覆盖薄

膜晶体管 188 且具有使用飞秒激光开口的开口部的绝缘层 191。

[0115] 接着,如图 8(B) 所示,与实施方式 1 或实施方式 2 同样地形成连接到布线 187 的第一导电层 201。注意,第一导电层 201 用作像素电极发挥作用。

[0116] 接着,如图 8(C) 所示,形成覆盖用作像素电极发挥作用的第一导电层 201 端部的绝缘层 202。这种绝缘层可以通过在绝缘层 191 以及第一导电层 201 上形成未图示的绝缘层,并且对该绝缘层照射飞秒激光来除去在第一导电层 201 上的绝缘层而形成。

[0117] 接着,在第一导电层 201 的露出部以及绝缘层 202 的一部分上形成具有发光物质的层 203,并在其上形成用作像素电极发挥作用的第二导电层 204。通过上述工序,可以形成由导电层 201、具有发光物质的层 203 以及第二导电层 204 构成的发光元件 205。

[0118] 在此,将说明发光元件 205 的结构。

[0119] 通过在含有发光物质的层 203 中形成使用有机化合物且具有发光功能的层(以下,称为发光层 343),发光元件 205 作为有机 EL 元件发挥功能。

[0120] 作为发光性的有机化合物,例如可以举出 9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:DNA);2-叔丁基-9,10-二(2-萘基)蒽(缩写:t-BuDNA);4,4'-双(2,2-二苯基乙烯基)联苯(缩写:DPVBi);香豆素 30;香豆素 6;香豆素 545;香豆素 545T;二萘嵌苯;红荧烯;吡啶醇(periflanthene);2,5,8,11-四(叔丁基)二萘嵌苯(缩写:TBP);9,10-二苯基蒽(缩写:DPA);5,12-二苯基并四苯;4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-[对-(二甲胺)苯乙烯基]-4H-吡喃(缩写:DCM1);4-(二氰基亚甲基)-2-甲基-6-[2-(久洛尼定-9-基)乙烯基]-4H-吡喃(缩写:DCM2);4-(二氰基亚甲基)-2,6-双[p-(二甲胺)苯乙烯基]-4H-吡喃(缩写:BisDCM)等。另外,也可以使用下面能够发射磷光的化合物:双[2-(4',6'-二氟苯基)吡啶-N,C²](甲基吡啶)铱(缩写:FIrpic);双{2-[3',5'-双(三氟甲基)苯基]吡啶-N,C²}(甲基吡啶)铱(缩写:Ir(CF₃ppy)₂(pic));三(2-苯基吡啶-N,C²)铱(缩写:Ir(ppy)₃);(乙酰丙酮)双(2-苯基吡啶-N,C²)铱(缩写:Ir(ppy)₂(acac));(乙酰丙酮)双[2-(2'-噻吩基)吡啶-N,C³]铱(缩写:Ir(thp)₂(acac));(乙酰丙酮)双(2-苯基喹啉-N,C²)铱(缩写:Ir(pq)₂(acac));(乙酰丙酮)双[2-(2'-苯并噻吩)吡啶-N,C³]铱(缩写:Ir(btp)₂(acac))等。

[0121] 此外,如图 9A 所示,也可以由第 1 导电层 201、含有发光材料的层 203 以及第二导电层 204 来形成发光元件 205,所述含有发光材料的层 203 由空穴注入材料形成的空穴注入层 341、由空穴传输材料形成的空穴传输层 342、由发光性的有机化合物形成的发光层 343、由电子传输材料形成的电子传输层 344、以及由电子注入材料形成的电子注入层 345 来形成。

[0122] 作为空穴传输材料,可以举出酞菁(缩写:H₂Pc);酞菁铜(缩写:CuPc);酞菁氧钒(缩写:VO-Pc);4,4',4''-三(N,N-二苯胺)三苯胺(缩写:TDATA);4,4',4''-三[N-(3-甲基苯基)-N-苯胺]三苯胺(缩写:MTDATA);1,3,5-三[N,N-二(间-甲苯基)氨基]苯(缩写:m-MTDAB);N,N'-二苯基-N,N'-双(3-甲基苯基)-1,1'-联苯-4,4'-二胺(缩写:TPD);4,4'-双[N-(1-萘基)-N-苯胺]联苯(缩写:NPB);4,4'-双(N-[4-二(间-甲苯基)氨基]苯基-N-苯胺)联苯(缩写:DNTPD);4,4'-双[N-(4-联苯基)-N-苯胺]联苯(缩写:BBPB);4,4',4''-三(N-咔唑基)三苯胺(缩写:TCTA)等,但是不局限于这些材料。此外,在上述的化合物中,以 TDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、

DNTPD、BBPB、TCTA 等为典型的芳香胺化合物容易产生空穴,因此作为有机化合物是优选的化合物群。这里所述的物质是主要具有 $10^{-6} \text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的空穴迁移率的物质。

[0123] 除了上述空穴传输材料以外,空穴注入材料还包括化学掺杂了的导电性高分子化合物,也可以使用掺杂了聚苯乙烯磺酸盐(缩写:PSS)的聚乙烯氧噻吩(缩写:PEDOT)、聚苯胺(缩写:PAni)等。而且,无机半导体如氧化钼、氧化钒、氧化镍等的薄膜、或者无机绝缘体如氧化铝等的超薄膜也有效。

[0124] 这里,作为电子传输材料,可以使用由具有喹啉骨架或苯并喹啉骨架的金属络合物等构成的材料,例如,三(8-羟基喹啉)铝(缩写:Alq₃)、三(4-甲基-8-羟基喹啉)铝(缩写:Almq₃)、双(10-羟基苯并[h]-喹啉)铍(缩写:BeBq₂)、双(2-甲基-8-羟基喹啉)-4-苯基酚盐-铝(缩写:BA1q)等。此外,除此之外,还可以使用具有噻唑配位体或噻唑配位体的金属络合物等的材料,例如,双[2-(2-羟苯基)苯并噻唑]锌(缩写:Zn(BOX)₂)、双[2-(2-羟苯基)苯并噻唑]锌(缩写:Zn(BTZ)₂)等。另外,除了金属络合物之外,还可以使用2-(4-联苯基)-5-(4-叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑(缩写:PBD)、1,3-双[5-(对-叔丁基苯基)-1,3,4-噻二唑-2-基]苯(缩写:OXD-7)、3-(4-叔丁基苯基)-4-苯基-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写:TAZ)、3-(4-叔丁基苯基)-4-(4-乙基苯基)-5-(4-联苯基)-1,2,4-三唑(缩写:p-EtTAZ)、红菲绕啉(缩写:BPhen)、浴铜灵(缩写:BCP)等。这里所述的物质是主要具有 $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上的电子迁移率的物质。

[0125] 作为电子注入材料,除了上述电子传输材料之外,经常使用绝缘体的超薄膜,例如碱金属卤化物如 LiF、CsF 等;碱土金属卤化物如 CaF_2 等;或者碱金属氧化物如 Li_2O 等。而且,碱金属络合物如乙酰丙酮锂(缩写:Li(acac))或 8-羟基喹啉-锂(缩写:LiQ) 等也有效。另外,也可以使用通过共蒸镀等混合有上述电子传输材料和具有低功函数的金属如 Mg、Li、Cs 等而成的材料。

[0126] 此外,如图9(B)所示,也可以由第一导电层201、含有发光材料的层203、以及第二导电层204形成发光元件205,所述含有发光材料的层203使用由有机化合物及相对于有机化合物具有电子供给性的无机化合物形成的空穴传输层346、由发光性的有机化合物形成的发光层343、以及由相对于发光性的有机化合物具有电子接受性的无机化合物形成的电子传输层347来形成。

[0127] 由发光性的有机化合物以及相对于发光性的有机化合物具有电子接受性的无机化合物形成的空穴传输层 346, 作为有机化合物适当地使用上述空穴传输性的有机化合物形成。此外, 无机化合物只要是易于接受来自有机化合物的电子, 则可以是任何化合物, 可以使用各种金属氧化物或金属氮化物, 尤其是, 在元素周期表中属于第 4 族至第 12 族的任何一种过渡金属氧化物容易呈现电子接受性, 因此这是优选的。具体而言, 可以举出氧化钛、氧化锆、氧化钒、氧化钼、氧化钨、氧化铌、氧化钽、氧化锌等。此外, 在上述金属氧化物中, 在元素周期表中属于第 4 族至第 8 族的任何一种的过渡金属氧化物大多具有高的电子接受性, 因此优选。尤其是, 氧化钒、氧化钼、氧化钨、氧化铌由于可以真空蒸镀且容易处理, 因此优选。

[0128] 由发光性的有机化合物以及相对于发光性的有机化合物具有电子给与性的无机化合物形成的电子传输层 347, 作为有机化合物适当地使用上述电子传输性的有机化合物

来形成。此外,无机化合物只要易于相对于有机化合物供应电子,就可以是任何化合物,可以使用各种金属氧化物或金属氮化物,尤其是,碱金属氧化物、碱土类金属氧化物、稀土类金属氧化物、碱金属氮化物、碱土类金属氮化物、以及稀土类金属氮化物容易呈现电子给与性,因此优选。具体而言,可以举出氧化锂、氧化铯、氧化钡、氧化铊、氮化锂、氮化镁、氮化钙、氮化钪、氮化镧等。尤其是,氧化锂、氧化钡、氮化锂、氮化镁、氮化钙可以能够真空蒸镀并易于处理,因此优选。

[0129] 由发光性的有机化合物及无机化合物形成的电子传输层 347 或空穴传输层 346 在电子注入·传输特性方面优异,因此,可以将各种材料用于第一导电层 201、第二导电层 204 而其功函数几乎不受限。此外,可以降低驱动电压。

[0130] 此外,作为含有发光物质的层 203,通过具有使用无机化合物并且具有发光功能的层(在下文中称作发光层 349),发光元件 205 作为无机 EL 元件发挥作用。无机 EL 元件根据元件结构分类成分散型无机 EL 元件和薄膜型无机 EL 元件。它们的不同之处在于前者含有将发光材料的微粒分散在粘合剂中的含有发光物质的层,后者含有由发光材料的薄膜形成的含有发光物质的层,而相同之处在于两者都需要由高电场加速的电子。注意,所得发光的机制包括利用施主能级和受主能级的施主-受主再结合发光、以及利用金属离子的内壳层电子跃迁的局部发光。在许多情况下,分散型无机 EL 元件使用施主-受主再结合发光,而薄膜型无机 EL 元件使用局部发光。下面表示无机 EL 元件的结构。

[0131] 在本实施方式中能够使用的发光材料由母体材料和成为发光中心的杂质元素构成。可以通过改变所含有的杂质元素来获得各种颜色的发光。作为发光材料的制造方法,可以使用各种方法如固相法和液相法(共沉淀法)等。此外,也可以使用喷雾热分解法、复分解法、利用前体的热分解反应的方法、反胶束法、组合这些方法和高温烧成的方法、冷冻干燥法等等的液相等。

[0132] 固相法是如下方法:称母体材料和杂质元素或含有杂质元素的化合物,在研钵中混合,并且通过在电炉中加热并烧成而使它们彼此反应,使得杂质元素包含在母体材料中。烧成温度优选为 700 ~ 1500℃。这是因为在太低的温度下固相反应不进行,而在太高的温度下母体材料分解的缘故。注意,也可以在粉末状态下进行烧成,但是优选在颗粒状态下进行烧成。该方法虽然需要比较高温下的烧成,但是这是很简单的方法,因此,生产性良好,适合于大量生产。

[0133] 液相法(共沉淀法)是如下方法:使母体材料或含有母体材料的化合物与杂质元素或含有杂质元素的化合物在溶液中彼此反应,干燥,然后烧成。在该方法中,发光材料的微粒均匀地分布,即便在粒径小且低烧成温度下,也可以继续反应。

[0134] 作为在无机 EL 元件的发光材料中使用的母体材料,可以使用硫化物、氧化物、氮化物。作为硫化物,例如可以使用硫化锌(ZnS)、硫化镉(CdS)、硫化钙(CaS)、硫化钪(Y_2S_3)、硫化镓(Ga_2S_3)、硫化铯(SrS)、硫化钡(BaS)等。此外,作为氧化物,例如可以使用氧化锌(ZnO)、氧化钪(Y_2O_3)等。此外,作为氮化物,例如可以使用氮化铝(AlN)、氮化镓(GaN)、氮化铟(InN)等。另外,也可以使用硒化锌(ZnSe)、碲化锌(ZnTe)等。也可以使用三元混晶如硫化钙镓($CaGa_2S_4$)、硫化铯镓($SrGa_2S_4$)、硫化钡镓($BaGa_2S_4$)等。

[0135] 作为局部发光的发光中心,可以使用锰(Mn)、铜(Cu)、钐(Sm)、铽(Tb)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Eu)、铈(Ce)、镨(Pr)等。注意,也可以添加卤素元素如氟(F)、氯(Cl)等作为电

荷补偿。

[0136] 另一方面,作为施主-受主再结合发光的发光中心,可以使用含有形成施主能级的第一杂质元素和形成受主能级的第二杂质元素的发光材料。作为第一杂质元素,例如可以使用氟(F)、氯(Cl)、铝(Al)等。作为第二杂质元素,例如可以使用铜(Cu)、银(Ag)等。

[0137] 在通过固相法合成施主-受主再结合发光的发光材料的情况下,分别称量母体材料、第一杂质元素或含有第一杂质元素的化合物、以及第二杂质元素或含有第二杂质元素的化合物,在研钵中混合,然后利用电炉进行加热并烧成。作为母体材料可以使用上述母体材料,而作为第一杂质元素或含有第一杂质元素的化合物,例如可以使用氟(F)、氯(Cl)、硫化铝(Al_2S_3)等。此外,作为第二杂质元素或含有第二杂质元素的化合物,例如可以使用铜(Cu)、银(Ag)、硫化铜(Cu_2S)、硫化银(Ag_2S)等。烧成温度优选为 $700 \sim 1500^\circ\text{C}$ 。这是因为在太低的温度下固相反应不进行,而在太高的温度下母体材料分解的缘故。需要说明的是,也可以在粉末状态下进行烧成,但是,优选在颗粒状态下进行烧成。

[0138] 此外,作为在利用固相反应的情况下的杂质元素,可以组合使用由第一杂质元素和第二杂质元素构成的化合物。在此情况下,杂质元素容易分散,固相反应易于促进,因此可以获得均匀的发光材料。而且,因为不包含过多的杂质元素,所以可以获得高纯度的发光材料。作为由第一杂质元素和第二杂质元素构成的化合物,例如可以使用氯化铜(CuCl)、氯化银(AgCl)等。

[0139] 注意,这些杂质元素的浓度相对于母体材料在 $0.01 \sim 10$ 原子%的范围内即可,优选在 $0.05 \sim 5$ 原子%的范围内。

[0140] 图9(C)示出了含有发光物质的层203由第一绝缘层348、发光层349、以及第二绝缘层350构成的无机EL元件的截面。

[0141] 在薄膜型无机EL元件中,发光层349是含有上述发光材料的层,可以通过使用真空蒸镀法如电阻加热蒸镀法、电子束蒸镀(EB蒸镀)法等、物理气相生成法(PVD)如溅射法等、化学气相生成法(CVD)法如有机金属CVD法、氢化物传输减压CVD法等、原子层外延法(ALE)等来形成。

[0142] 第一绝缘层348和第二绝缘层350没有特别的限制,但是优选具有高绝缘耐性和致密膜质量,而且优选具有高介电常数。例如,可以使用氧化硅(SiO_2)、氧化钇(Y_2O_3)、氧化钛(TiO_2)、氧化铝(Al_2O_3)、氧化铪(HfO_2)、氧化钽(Ta_2O_5)、钛酸钡(BaTiO_3)、钛酸锶(SrTiO_3)、钛酸铅(PbTiO_3)、氮化硅(Si_3N_4)、氧化锆(ZrO_2)等;或者它们的混合膜;或者两种以上的叠层。第一绝缘层348和第二绝缘层350可以通过溅射法、蒸镀法、CVD法等形成。这些膜的厚度没有特别的限制,但是优选在 $10 \sim 1000\text{nm}$ 的范围内。注意,本实施方式的发光元件并不需要热电子,因此还可以形成为薄膜状,并且具有能够降低驱动电压的优点。该薄膜的厚度优选为 500nm 以下,更优选为 100nm 以下。

[0143] 注意,虽然未图示,但也可以在发光层349与绝缘层348、350之间或者在发光层349与第一导电层201、第二导电层204之间设置缓冲层。该缓冲层具有使载流子的注入更为容易并且抑制双层混合的作用。作为缓冲层没有特别的限制,但是例如可以使用作为发光层的母体材料的 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 CdS 、 SrS 、 BaS 、 CuS 、 Cu_2S ;或者作为卤化碱的 LiF 、 CaF_2 、 BaF_2 、 MgF_2 等。

[0144] 此外,如图9(D)所示,含有发光物质的层203也可以由发光层349及第一绝缘层

348 构成。在此情况下,图 9(D) 示出了将第一绝缘层 348 设置在第二导电层 204 和发光层 349 之间的方式。注意,也可以将第一绝缘层 348 设置在第一导电层 201 和发光层 349 之间。

[0145] 再者,含有发光物质的层 203 也可以仅由发光层 349 构成。就是说,也可以使用第一导电层 201、含有发光物质的层 203、第二导电层 204 构成发光元件 205。

[0146] 当采用分散型无机 EL 元件时,通过在粘合剂中分散微粒状态的发光材料来形成膜状的包含发光物质的层。在通过发光材料的制造方法不能充分地获得所希望的大小的微粒的情况下,可以在研钵等中碾碎以加工为微粒状。粘合剂是指用来将粒子状的发光材料固定为分散状态,并且保持为含有发光物质的层的形状的物质。发光材料由粘合剂均匀地分散并固定在包含发光物质的层中。

[0147] 当采用分散型无机 EL 元件时,作为含有发光物质的层的形成方法,可以使用能够选择性地形成含有发光物质的层的液滴喷出法、印刷法(丝网印刷或胶版印刷等)、涂敷法如旋涂法等、浸渍法、分配器法等。其膜厚度没有特别的限制,但是优选在 10 ~ 1000nm 的范围内。此外,在包括发光材料和粘合剂的含有发光物质的层中,发光材料的比例优选为 50wt% 以上且 80wt% 以下。

[0148] 图 9(E) 所示的元件具有第一导电层 201、含有发光物质的层 203、第二导电层 204,并且所述含有发光物质的层 203 由发光材料 352 分散在粘合剂 351 中的发光层及绝缘层 348 构成。注意,绝缘层 348 虽然在图 9(E) 中采用与第二导电层 204 接触的结构,但是也可以采用与第一导电层 201 接触的结构。此外,该元件也可以具有分别与第一导电层 201 及第二导电层 204 接触的绝缘层。另外,该元件也可以不具有与第一导电层 201 及第二导电层 204 接触的绝缘层。

[0149] 作为在本实施方式中可以使用的粘合剂,可以使用有机材料和无机材料。此外,也可以使用有机材料和无机材料的混合材料。作为有机材料,可以使用具有比较高的介电常数的聚合物如氰乙基纤维素树脂、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯树脂、有机硅树脂、环氧树脂、偏二氟乙烯等树脂等。另外,也可以使用耐热性高分子如芳香族聚酰胺或聚苯并咪唑(polybenzimidazole)等、或者硅氧烷树脂。注意,硅氧烷树脂相当于包含 Si-O-Si 键的树脂。硅氧烷的骨架结构由硅(Si)和氧(O)的键构成。作为取代基,使用至少包含氢的有机基(例如,烷基、芳香烃)。作为取代基,也可以使用氟基。或者,作为取代基,也可以使用至少包含氢的有机基和氟基。此外,也可以使用树脂材料,例如乙烯基树脂如聚乙烯醇、聚乙烯醇缩丁醛等、酚醛树脂、酚醛清漆树脂、丙烯酸树脂、三聚氰胺树脂、氨基酯树脂、咪唑树脂(聚苯并咪唑)等。而且,也可以使用光固化型等。也可以通过在这些树脂中适当地混合具有高介电常数的微粒如钛酸钡(BaTiO_3)、钛酸锶(SrTiO_3)等来调节介电常数。

[0150] 此外,作为粘合剂中使用的无机材料,可以通过使用含有选自氧化硅(SiO_x)、氮化硅(SiN_x)、包含氧及氮的硅、氮化铝(AlN)、包含氧和氮的铝、氧化铝(Al_2O_3)、氧化钛(TiO_2)、 BaTiO_3 、 SrTiO_3 、钛酸铅(PbTiO_3)、铌酸钾(KNbO_3)、铌酸铅(PbNbO_3)、氧化钽(Ta_2O_5)、钽酸钡(BaTa_2O_6)、钽酸锂(LiTaO_3)、氧化钇(Y_2O_3)、氧化锆(ZrO_2)、 ZnS 、以及其他无机材料物质中的材料来形成。通过(利用添加等的方法)使有机材料包含高介电常数的无机材料,可以进一步控制由发光材料和粘合剂构成的含有发光物质的层的介电常数,从而可以进一步增加介电常数。

[0151] 在制造工序中,发光材料分散于包含粘合剂的溶液中,但作为本实施方式可使用的包含粘合剂的溶液的溶剂,可以适当地选择粘合剂材料溶解于其中且可以制造具有适合于形成发光层的方法(各种湿式过程)及所希望的膜厚的粘度的溶液的溶剂。可以使用有机溶剂等,例如在使用硅氧烷树脂作为粘合剂的情况下,可以使用丙二醇单甲醚、丙二醇单甲醚醋酸酯(也称作 PGMEA)、3-甲氧基-3-甲基-1-丁醇(也称作 MB)等。

[0152] 在无机 EL 发光元件中,通过对挟持含有发光物质的层的一对电极之间施加电压来获得发光,但在直流驱动或交流驱动的状态下都可以工作。

[0153] 在此,作为显示红色的发光元件,形成含有氧化硅的 ITO 层作为用作第一像素电极的第二导电层,其膜厚度为 125nm。此外,作为发光层,层叠 50nm 的 DNTPD、10nm 的 NPB、30nm 的添加有双[2,3-双(4-氟苯基)喹喔啉]铱(乙酰丙酮)(缩写:Ir(Fdpq)₂(acac))的 NPB、30nm 的 Alq₃、以及 1nm 的 LiF 来形成。作为用作第二像素电极的第三导电层,形成膜厚度为 200nm 的 Al 层。

[0154] 另外,作为显示绿色的发光元件,形成含有氧化硅的 ITO 层作为用作第一像素电极的第二导电层,其膜厚度为 125nm。作为发光层,层叠 50nm 的 DNTPD、10nm 的 NPB、40nm 的添加有香豆素 545T(C545T)的 Alq₃、30nm 的 Alq₃、以及 1nm 的 LiF 来形成。作为用作第二像素电极的第三导电层,形成膜厚度为 200nm 的 Al 层。

[0155] 此外,作为显示蓝色的发光元件,形成含有氧化硅的 ITO 层作为用作第一像素电极的第二导电层,其膜厚度为 125nm。作为发光层,层叠形成 50nm 的 DNTPD、10nm 的 NPB、30nm 的添加有 2,5,8,11-三(叔丁基)二萘嵌苯(缩写:TBP)的 9-[4-(N-咔唑基)]苯基-10-二苯基蒽(缩写:CzPA)、30nm 的 Alq₃、以及 1nm 的 LiF。作为用作第二像素电极的第三导电层,形成膜厚度为 200nm 的 Al 层。

[0156] 接着,优选在第二导电层 204 上形成保护膜。

[0157] 然后,中间夹着连接导电层将布线衬底、典型地 FPC(柔性印刷电路)贴合到扫描线、信号线的连接端子部上。通过上述工序,可以形成发光显示面板。

[0158] 注意,可以在连接端子与源极布线(或栅极布线)之间,或者在像素部中设置用于防止产生静电破坏的保护电路,典型地为二极管等。

[0159] 在此,参照图 10(A)说明在具有图 9(A)和 9(B)所示发光元件的发光显示面板中向衬底 100 一侧发射的情况,亦即进行底部发射的情况。在此情况下,具有透光性的导电层 484 按照与薄膜晶体管 188 电连接的方式与作为源电极或漏电极发挥作用的布线 187 接触,并且按顺序层叠具有透光性的导电层 484、含有发光物质的层 485、以及具有遮光性或反射性的导电层 486。透过光的衬底 100 还必须至少具有对可见光的透光性。

[0160] 接着,参照图 10(B)说明向与衬底 100 相反一侧发射的情况,亦即进行顶部发射的情况。可以以与上述的薄膜晶体管相同的方式形成薄膜晶体管 188。电连接到薄膜晶体管 188 并作为源电极或漏电极发挥作用的布线 187 与具有遮光性或反射性的导电层 463 接触并电连接。按顺序层叠具有遮光性或反射性的导电层 463、含有发光物质的层 464、以及具有透光性的导电层 465。导电层 463 是具有遮光性或反射性的金属层,并将从发光元件发射的光发射至箭头的上面。注意,也可以在具有遮光性或反射性的导电层 463 上形成具有透光性的导电层。由于从发光元件射出的光穿过具有透光性的导电层 465 而发射,因此使用至少在可见区域中具有透光性的材料来形成具有透光性的导电层 465。

[0161] 接下来,参照图 10(C) 说明从衬底 100 一侧和其相反一侧的双面发射的情况,亦即双向发射的情况。在电连接到薄膜晶体管 188 的半导体层并作为源电极或漏电极发挥作用的布线 187 上电连接第一具有透光性的导电层 472。按顺序层叠第一具有透光性的导电层 472、含有发光物质的层 473、以及第二具有透光性的导电层 474。此时,当第一具有透光性的导电层 472 和第二具有透光性的导电层 474 都使用至少在可见区域中具有透光性的材料形成,或者以具有能够透光的厚度来形成时,就实现了双向发射发光。在此情况下,透过光的绝缘层和衬底 100 还必须至少具有对可见光的透光性。

[0162] 在此,参照图 11 说明具有图 9(A) 和 9(B) 所示的发光元件的发光显示面板的像素电路及其工作结构。在视频信号为数字的显示器件中,发光显示面板的工作结构被分成输入在像素中的视频信号被电压调节的工作以及输入在像素中的视频信号被电流调节的工作。作为视频信号被电压调节的工作,有施加到发光元件的电压恒定的工作(CVCV)以及施加到发光元件的电流恒定的工作(CVCC)。此外,作为视频信号被电流调节的工作,有施加到发光元件的电压恒定的工作(CCCV)以及施加到发光元件的电流恒定的工作(CCCC)。在本实施方式中,将参照图 11(A) 和 11(B) 来说明进行 CVCV 工作的像素。而且,将参照图 11(C) 来说明进行 CVCC 工作的像素。

[0163] 在图 11(A) 和 11(B) 所示的像素中,沿列方向配置信号线 3710 和电源线 3711,而沿行方向配置扫描线 3714。此外,该像素具有开关 TFT3701、驱动 TFT3703、电容元件 3702、以及发光元件 3705。

[0164] 开关 TFT3701 和驱动 TFT3703 当接通时在线状区域工作。此外,驱动 TFT3703 用来控制是否将电压施加到发光元件 3705 上。从制造工序来看,上述两种 TFT 优选具有相同的导电型。作为驱动 TFT3703,不仅可以采用增强型,而且可以采用耗尽型的 TFT。此外,驱动 TFT 3703 的沟道宽度 W 与沟道长度 L 的比率(W/L) 优选为 1 ~ 1000,但取决于 TFT 的迁移率。W/L 越大,TFT 的电特性越高。

[0165] 在图 11(A) 和 11(B) 所示的像素中,开关 TFT3701 用来控制视频信号到像素的输入。当开关 TFT3701 接通时,视频信号输入到像素中。于是,电容元件 3702 保持该视频信号的电压。

[0166] 在图 11(A) 中的电源线 3711 是 Vss 且发光元件 3705 的对置电极是 Vdd 的情况下,发光元件的对置电极是阳极,而且连接到驱动 TFT3703 的电极是阴极。在此情况下,可以抑制驱动 TFT3703 的特性不均匀性所造成的亮度不规则性。

[0167] 在图 11(A) 中的电源线 3711 是 Vdd 且发光元件 3705 的对置电极是 Vss 的情况下,发光元件的对置电极是阴极,而且连接到驱动 TFT3703 的电极是阳极。在此情况下,通过将电压高于 Vdd 的视频信号输入到信号线 3710,电容元件 3702 保持该视频信号的电压,并且驱动 TFT3703 在线状区域中工作,从而能够改善 TFT 的特性不均匀性所造成的亮度不规则性。

[0168] 除了追加了 TFT3706 和扫描线 3715 之外,图 11(B) 所示的像素具有与图 11(A) 所示像素相同的像素结构。

[0169] TFT 3706 的接通或关断由另外设置的扫描线 3715 控制。当 TFT 3706 接通时,保持在电容元件 3702 中的电荷被放电,驱动 TFT3703 关断。亦即,通过 TFT3706 的配置,能够强迫形成电流在发光元件 3705 中停止流动的状态。因此,可以将 TFT 3706 称为擦除 TFT。

因此,图 11(B) 所示的结构与写入周期开始的同时或紧随写入周期开始之后,能够开始发光周期,而无须等待所有像素中的信号写入,从而能够提高发光的占空比。

[0170] 在具有上述工作结构的像素中,发光元件 3705 的电流值可以取决于在线状区域中工作的驱动 TFT 3703。根据上述结构,能够抑制 TFT 特性的不均匀性。因此,可以通过改善发光元件由于 TFT 特性的不均匀性而造成的亮度不规则性,来提供提高图像质量的显示器件。

[0171] 接下来,参照图 11(C) 来说明进行 CVCC 工作的像素。在图 11(A) 所示的像素结构中设置电源线 3712 和电流控制 TFT3704 来形成图 11(C) 所示的像素。注意,在图 11(C) 所示的像素中,驱动 TFT3704 的栅电极连接到电源线 3712。

[0172] 注意,开关 TFT3701 在线状区域中工作,而驱动 TFT 3703 在饱和区域中工作。此外,驱动 TFT3703 用来控制流入发光元件 3705 的电流值,而电流控制 TFT3704 在饱和区域中工作并且用来控制对于发光元件 3705 的电流的供应。

[0173] 注意,图 11(A) 和 11(B) 所示的像素也能够进行 CVCC 工作。此外,具有图 11(C) 所示工作结构的像素,能够像图 11(A) 和 11(B) 那样根据发光元件的电流流向适当地改变 Vdd 和 Vss。

[0174] 在具有上述结构的像素中,由于电流控制 TFT3704 在线状区域中工作,所以电流控制 TFT 3704 的 Vgs 的稍许改变不影响到发光元件 3705 的电流值。亦即,发光元件 3705 的电流值可以取决于在线状区域中工作的驱动 TFT 3703。通过上述结构,可以通过改善发光元件由于 TFT 特性的不均匀性而造成的亮度不规则性,来提供提高图像质量的显示器件。

[0175] 特别地,在形成具有非晶半导体等的薄膜晶体管的情况下,如增大驱动 TFT 的半导体膜面积,就能够降低 TFT 的不均匀性,所以优选。此外,图 11(A) 和 11(B) 所示的像素由于 TFT 的数量少,所以能够提高开口率。

[0176] 注意,在此示出了设置有电容元件 3702 的结构,然而本发明并不局限于此,栅极电容等能够补给保持视频信号的电容时,可以不设置电容元件 3702。

[0177] 此外,在薄膜晶体管的半导体层由非晶半导体膜形成的情况下,由于阈值容易偏移,因此优选在像素内或像素外围设置用来修正阈值的电路。

[0178] 在增加像素密度的情况下,这种有源矩阵型发光器件由于在各个像素中设置有 TFT,因而认为具有能够以低电压进行驱动的优点。另一方面,还可以形成无源矩阵型的发光器件。无源矩阵型发光器件由于在各个像素中不设置 TFT 而具有高开口率。

[0179] 另外,在本发明的显示器件中,屏幕显示的驱动方法不受特别的限制,例如,可以采用逐点驱动方法、逐行驱动方法、或逐面驱动方法等。典型地采用逐行驱动方法,并可以适当地采用时分灰度驱动方法或区域灰度驱动方法。此外,输入到显示器件的源极线的视频信号可以是模拟信号或数字信号。可以根据视频信号来适当地设计驱动电路等。

[0180] 如上所述那样,可以采用多种像素电路。

[0181] 通过采用本实施方式所示的发光显示面板的制造方法,可以形成布线之间的开口(接触孔),而不使用复杂的光刻工序,并且可以获得布线的良好的电接触。因此材料的浪费少,且可以高成品率地制造高功能并高可靠性的发光显示面板。

[0182] 实施方式 5

[0183] 在本实施方式中,作为半导体器件的典型例子,参照图 12 和 13D 说明电泳元件。电泳元件是指这样的一种元件,其将包含带正电荷和负电荷的黑色和白色粒子的微胶囊配置在第一导电层和第二导电层之间,且在第一导电层和第二导电层之间产生电位差,来使黑色和白色粒子在电极之间移动以进行显示。

[0184] 如图 12 所示,在衬底 100 上形成实施方式 2 所示的薄膜晶体管 188 以及覆盖薄膜晶体管 188 且使用飞秒激光形成的具有开口部的绝缘层 191。

[0185] 接着,形成连接到布线 187 的第一导电层 1181。注意,第一导电层 1181 作为像素电极发挥作用。在此,采用液滴喷出法来选择性地使用铝形成第一导电层 1181。

[0186] 另外,在衬底 1172 上形成第二导电层 1173。也优选将第二导电层 1173 平行地形成。在此,使用氧化锌形成第二导电层 1173。

[0187] 接着,使用密封材料将衬底 100 和衬底 1172 贴合在一起。在此,将微胶囊 1170 分散在第一导电层 1181 和第二导电层 1173 之间,来在衬底 100 和衬底 1172 之间形成电泳元件。以第一导电层 1181 及第二导电层 1173 交叉的方式使用密封材料将衬底 100 和衬底 1172 贴合在一起。此外,电泳元件由第一导电层 1181、微胶囊 1170 和第二导电层 1173 来构成。另外,微胶囊 1170 使用粘合剂固定在第一导电层 1181 和第二导电层 1173 之间。

[0188] 接着,使用图 13 示出微胶囊的结构。如图 13(A) 和 13(B) 所示,在微胶囊 1170 中,透明分散介质 1176、带电黑色粒子 1175a 和带电白色粒子 1175b 分散在微细透明容器 1174 中。注意,也可以使用蓝色粒子、红色粒子、绿色粒子、黄色粒子、蓝绿色粒子或者紫红色粒子来代替黑色粒子 1175a。而且,如图 13(C) 和 13(D) 所示,可以使用在微细透明容器 1331 内分散有着色的分散介质 1333 和白色粒子 1332 的微胶囊 1330。注意,着色的分散介质 1333 被着色为黑色、蓝色、红色、绿色、黄色、蓝绿色和紫红色中的任一种颜色。此外,通过在每一个像素中分别设置其中分散有蓝色粒子的微胶囊、红色粒子的微胶囊、以及绿色粒子的微胶囊,可以进行彩色显示。此外,通过在每一个像素中分别设置其中分散有黄色粒子的微胶囊、蓝绿色粒子的微胶囊以及紫红色粒子的微胶囊,可以进行彩色显示。另外,通过在每一个像素中分别设置具有分散有白色粒子或黑色粒子的蓝色分散介质的微胶囊、具有分散有白色粒子或黑色粒子的红色分散介质的微胶囊以及具有分散有白色粒子或黑色粒子的绿色分散介质的微胶囊并排列这些微胶囊,可以进行彩色显示。另外,通过在一个像素中分别设置具有黄色分散介质的微胶囊、具有蓝绿色分散介质的微胶囊以及具有紫红色分散介质的微胶囊并排列这些微胶囊,可以进行彩色显示。

[0189] 接着,示出了使用电泳元件的显示方法。具体地,使用图 13(A) 和 13(B) 示出具有两种颜色粒子的微胶囊 1170 的显示方法。此处,将白色粒子和黑色粒子用作两种颜色粒子,并示出了具有透明分散介质的微胶囊。注意,可以使用其他颜色的粒子代替两种颜色粒子中的黑色粒子。

[0190] 在微胶囊 1170 中,黑色粒子 1175a 带正电荷而白色粒子 1175b 带负电荷,并且对第一导电层 1171 和第二导电层 1173 施加电压。此处,当以从第二导电层到第一导电层的方向施加电场时,如图 13(A) 所示,黑色粒子 1175a 迁移到第二导电层 1173 一侧,而白色粒子 1175b 迁移到第一导电层 117 一侧。其结果,当从第一导电层 117 一侧观察微胶囊时,观察到白色,而当从第二导电层 1173 一侧观察微胶囊时,观察到黑色。

[0191] 另一方面,以从第一导电层 1171 到第二导电层 1173 的方向施加电场时,如图

13(B) 所示,黑色粒子 1175a 迁移到第一导电层 117 一侧,而白色粒子 1175b 迁移到第二导电层 1173 一侧。其结果,当从第一导电层 117 一侧观察微胶囊时,观察到黑色,而当从第二导电层 1173 一侧观察微胶囊时,观察到白色。

[0192] 接着,示出了具有白色粒子和着色的分散介质的微胶囊 1330 的显示方法。此处,尽管示出了将分散介质着色成黑色的实例,但是同样可以使用着色成其他颜色的分散介质。

[0193] 在微胶囊 1330 中,白色粒子 1332 带负电荷,并且对第一导电层 1171 和第二导电层 1173 施加电场。此处,当如箭头的方向所示那样以从第二导电层到第一导电层的方向施加电场时,如图 13(C) 所示,白色粒子 1332 迁移到第一导电层 117 一侧。其结果,当从第一导电层 117 一侧观察微胶囊时,观察到白色,而当从第二导电层 1173 一侧观察微胶囊时,观察到黑色。

[0194] 另一方面,以从第一导电层到第二导电层的方向施加电场时,如图 13(D) 所示,白色粒子 1332 迁移到第二导电层 1173 一侧。其结果,当从第一导电层 117 一侧观察微胶囊时,观察到黑色,而当从第二导电层 1173 一侧观察微胶囊时,观察到白色。

[0195] 尽管在此使用电泳元件来进行说明,但是可以使用利用扭转球 (twist ball) 显示方式的显示器件来代替电泳元件。扭转球显示方式是指这样的一种方法,将一个半球表面为黑色而另一半球表面为白色的球形粒子配置在第一导电层和第二导电层之间,且在第一导电层和第二导电层之间产生电位差来控制球形粒子的方向,以进行显示。

[0196] 此外,作为开关元件,可以使用 MIM(金属-绝缘体-金属)或二极管等来代替薄膜晶体管。

[0197] 具有电泳元件的显示器件和使用扭转球显示方式的显示器件在移去了场效应晶体管之后也长时间保持与施加电场时相同的状态。因此,即使切断电源也能够维持显示状态,从而可以实现低耗电量。

[0198] 通过上述工序,可以制造含有电泳元件的半导体器件。

[0199] 通过本实施方式所示的含有电泳元件的半导体器件的制造方法,可以形成布线之间的开口(接触孔),而不使用复杂的光刻工序,并且可以获得布线的良好的电接触。因此材料的浪费少,且可以高成品率地制造高功能并高可靠性的包括电泳元件的半导体器件。

[0200] 实施方式 6

[0201] 将示出以下例子:在根据实施方式 3~5 制造的显示面板(EL 显示面板、液晶显示面板、电泳显示面板)中使用非晶半导体或 SAS 形成半导体层,并且在衬底上形成扫描线一侧的驱动电路。

[0202] 图 14 示出由使用 SAS 的 n 沟道型 TFT 构成的扫描线侧驱动电路的框图,其可以获得 $1 \sim 15 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 的场效应迁移率。

[0203] 在图 14 中,附图标记 8500 所示的区块相当于输出一段取样脉冲的脉冲输出电路,并且移位寄存器由 n 个脉冲输出电路构成。附图标记 8501 表示缓冲电路,以及像素 8502 连接到其末端。

[0204] 图 15 示出脉冲输出电路 8500 的具体结构,其中电路由 n 沟道型 TFT8601~8613 构成。此时,可以考虑使用 SAS 的 n 沟道型 TFT 的工作特性来确定 TFT 的尺寸。例如,当沟道长度设定为 $8 \mu\text{m}$ 时,沟道宽度可以设定为 $10 \sim 80 \mu\text{m}$ 的范围内。

[0205] 另外,图 16 示出缓冲电路 8501 的具体结构。缓冲电路也同样地由 n 沟道型 TFT8620 ~ 8635 构成。此时,可以考虑使用 SAS 的 n 沟道型 TFT 的工作特性来确定 TFT 的尺寸。例如,当沟道长度设定为 $10\mu\text{m}$ 时,沟道宽度可以设定为 $10 \sim 1800\mu\text{m}$ 的范围内。

[0206] 为了实现这种电路,需要通过布线使 TFT 互相连接。

[0207] 根据上述结构,可以将驱动电路组合到显示面板中。

[0208] 接下来,使用图 17 说明将驱动电路安装到上述实施方式所示的显示面板中的情况。

[0209] 如图 17(A) 所示,将源极线驱动电路 1702 以及栅极线驱动电路 1703a、1703b 安装在像素部 1701 的外围。在图 17(A) 中,通过使用众所周知的各向异性导电粘合剂和各向异性导电薄膜的安装方法、COG 方式、引线键合方法、以及使用焊接凸块的回流处理等在衬底 1700 上安装 IC 芯片 1705 作为源极线驱动电路 1702 以及栅极线驱动电路 1703a、1703b 等。此处,采用 COG 方式。而且,通过 FPC(柔性印刷电路)1706 将 IC 芯片与外部电路相连接。

[0210] 注意,也可以将源极线驱动电路 1702 的一部分,例如模拟开关形成在衬底上,并且另外使用 IC 芯片来安装其它部分。

[0211] 此外,如图 17(B) 所示,当使用 SAS 或结晶性半导体形成 TFT 时,有时将像素部 1701 和栅极线驱动电路 1703a、1703b 等形成在衬底上,并且另外安装源极线驱动电路 1702 等作为 IC 芯片。在图 17(B) 中,通过 COG 方式在衬底 1700 上安装 IC 芯片 1705 作为源极线驱动电路 1702。而且,通过 FPC1706 将 IC 芯片与外部电路相连接。

[0212] 注意,可以将源极线驱动电路 1702 的一部分,例如模拟开关形成在衬底上,并且另外使用 IC 芯片来安装其他部分。

[0213] 而且,如图 17(C) 所示,有时通过采用 TAB 方式而代替 COG 方式来安装源极线驱动电路 1702 等。而且,通过 FPC1706 将 IC 芯片与外部电路相连接。在图 17(C) 中,通过 TAB 方式安装源极线驱动电路,然而也可以通过 TAB 方式安装栅极线驱动电路。

[0214] 当通过 TAB 方式安装 IC 芯片时,可以相对于衬底设置较大的像素部,因而可以实现窄边框化。

[0215] 通过使用硅片形成 IC 芯片,然而,可提供其中电路形成在玻璃衬底上的 IC(下文称作驱动 IC)来代替 IC 芯片。由于 IC 芯片从圆形的硅片中被取出,所以对于母衬底的形状有限制。另一方面,驱动 IC 的母衬底是玻璃,对于形状没有限制,所以可以提高生产性。因此,可以任意地设定驱动 IC 的形状和尺寸。例如,当形成长边为 $15 \sim 80\text{mm}$ 的长度的驱动 IC 时,与安装 IC 芯片的情况相比,可以减少驱动 IC 的必需量。其结果,可以减少连接端子的数量,从而提高制造上的成品率。

[0216] 可以使用形成在衬底上的结晶半导体膜来形成驱动 IC,并且结晶半导体膜优选通过照射连续振荡激光束或频率为 10MHz 以上的脉冲激光来形成。通过照射连续振荡激光束而获得的半导体膜的结晶缺陷少,并具有大颗粒尺寸的晶粒。其结果,具有上述半导体膜的晶体管的迁移率和响应速率变得良好,能够进行高速驱动,因此适合于驱动 IC。

[0217] 接下来,使用图 18 说明具有上述实施方式所示的显示面板的模块。图 18 表示组合有显示面板 9801 和电路衬底 9802 的模块。在电路衬底 9802 上形成有例如控制电路 9804、信号分割电路 9805 等。此外,显示面板 9801 通过连接布线 9803 连接到电路衬底 9802 上。可以适当地使用如实施方式 3 ~ 5 所示那样的液晶显示面板、发光显示面板和电泳显示面

板等作为显示面板 9801。

[0218] 该显示面板 9801 具有发光元件设置在每个像素中的像素部 9806、扫描线驱动电路 9807 以及将视频信号供给到被选择的像素中的信号线驱动电路 9808。像素部 9806 的结构与实施方式 3 ~ 5 相同。另外,扫描线驱动电路 9807 和信号线驱动电路 9808 通过使用各向异性导电粘合剂及各向异性导电薄膜的安装方法、COG 方式、引线键合方法以及使用焊接凸块的回流处理等,在衬底上安装由 IC 芯片形成的扫描线驱动电路 9807 和信号线驱动电路 9808。

[0219] 根据本实施方式,可以以高成品率形成具有显示面板的模块。

[0220] 实施方式 7

[0221] 作为具有上述实施方式所示的半导体器件的电子设备可以举出电视装置(简称为电视机或电视接收机)、影像拍摄装置如数码照相机及数码摄像机、便携式电话装置(简称为移动电话机、手机)、PDA 等便携信息终端、便携游戏机、用于计算机的监视器、计算机、汽车音响等的放音设备、家用游戏机等具有记录媒体的图像再现装置等。在此,参照图 19 说明这些具体实例。

[0222] 图 19(A) 所示的便携信息终端包括主体 9201、显示部 9202 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9202,可以容易制造高功能的便携信息终端。

[0223] 图 19(B) 所示的数码摄像机包括显示部 9701,显示部 9702 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9701,可以容易制造高功能的数码摄像机。

[0224] 图 19(C) 所示的便携终端包括主体 9101、显示部 9102 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9102,可以容易制造高功能的便携终端。

[0225] 图 19(D) 所示的便携电视装置包括主体 9301、显示部 9302 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9302,可以容易制造高功能的便携电视装置。这种电视装置可以广泛地适用于安装到便携终端如便携电话等的小型电视装置、可便携的中型电视装置、以及大型电视装置(例如 40 英寸以上)。

[0226] 图 19(E) 所示的便携计算机包括主体 9401、显示部 9402 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9402,可以容易制造高功能的便携计算机。

[0227] 图 19(F) 所示的电视装置包括主体 9601、显示部 9602 等。通过将上述实施方式中所示的半导体器件适用于显示部 9602,可以容易制造高功能的电视装置。

[0228] 这里,使用图 20 说明电视装置的结构。

[0229] 图 20 是表示电视装置的主要结构的框图。调谐器 9511 接收图像信号和音频信号。图像信号由图像检波电路 9512、将从该图像检波电路 9512 输出的信号转换成对应于红、绿、蓝的各个颜色的颜色信号的图像信号处理电路 9513、以及将该图像信号转换成满足驱动 IC 的输入规范的控制电路 9514 处理。控制电路 9514 向显示面板 9515 的扫描线驱动电路 9516 和信号线驱动电路 9517 分别输出信号。当采用数字式驱动时,可以为以下结构,即,在信号线一侧设置信号分割电路 9518,输入数字信号被分割为 m 个信号来供应。

[0230] 注意,可以将上述实施方式所示的 TFT 使用于构成电视装置的各个电路。上述实施方式所示的 TFT 可以通过使用飞秒激光来形成布线之间的开口(接触孔),而不使用复杂的光刻工序,并且可以获得布线的良好的电接触。因此材料的浪费少,且可以高成品率地制造高功能并高可靠性的电视装置。

[0231] 在图 20 中,调谐器 9511 所接收的信号中的音频信号传输到音频检波电路 9521,并且将其输出通过音频信号处理电路 9522 供应到扬声器 9523。控制电路 9524 从输入部分 9525 接收关于接收站(接收频率)或音量的控制信息,并且将信号传输到调谐器 9511 和音频信号处理电路 9522。

[0232] 该电视装置通过包括显示面板 9515 来构成,因此可以谋求电视装置的低耗电量。

[0233] 注意,本发明不局限于电视接收机,也可适用于各种目的,诸如个人电脑的监视器、或者特别大面积的显示媒体,诸如火车站或机场等的信息显示板以及街道上的广告显示板等。

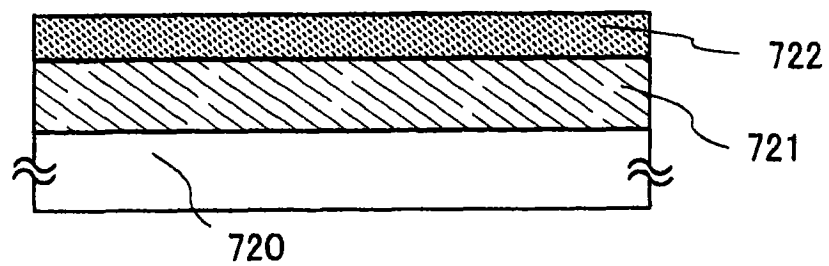


图 1A

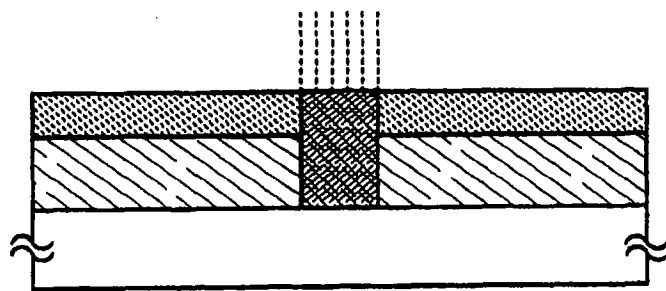


图 1B

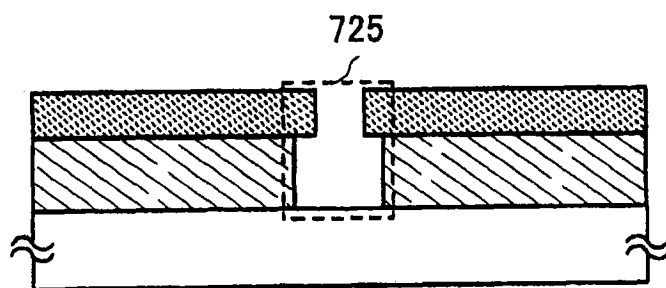


图 1C

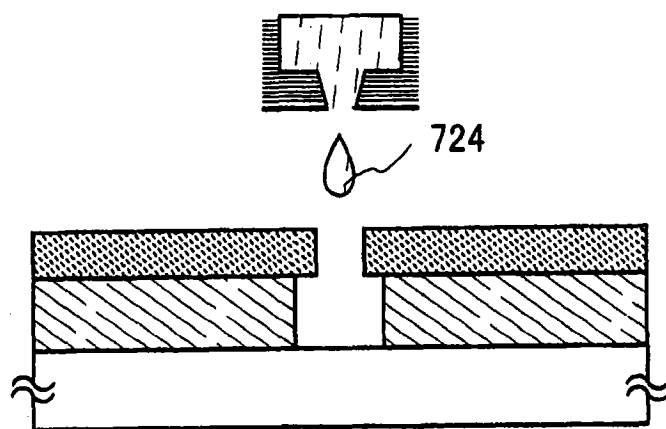


图 1D

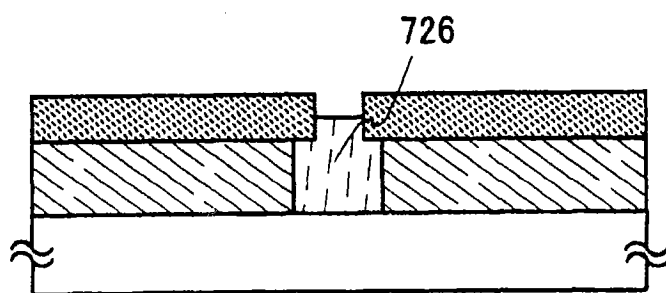


图 1E

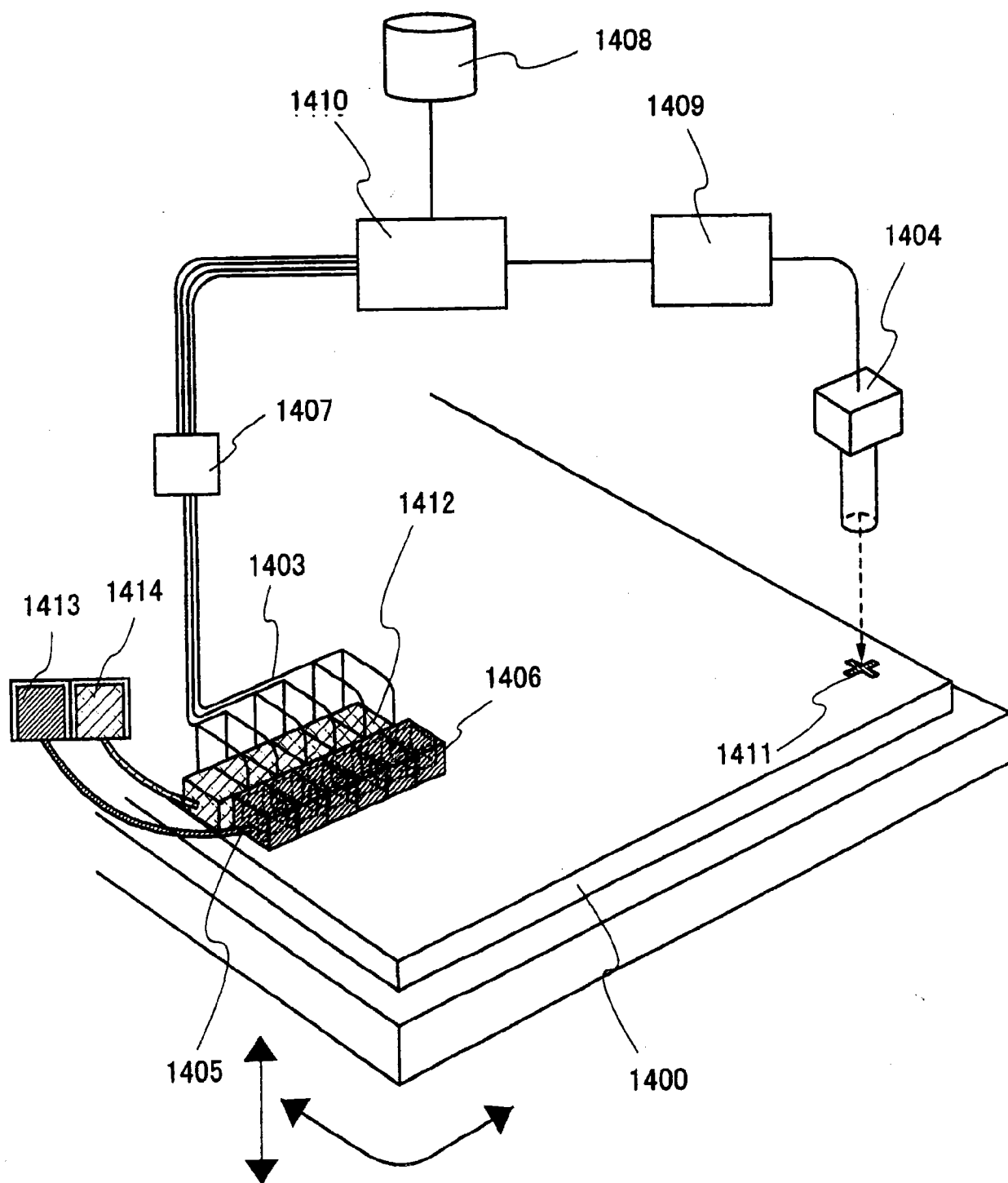


图 2

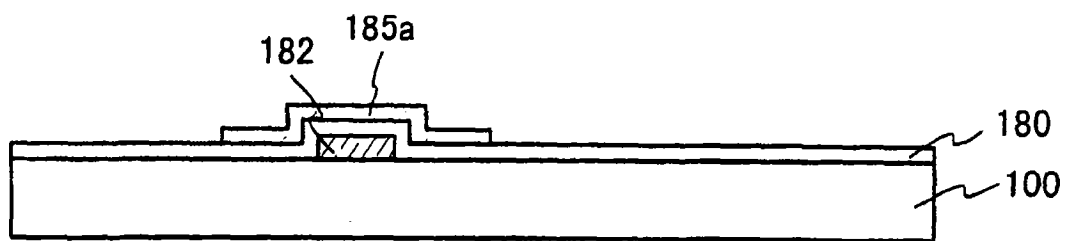


图 3A

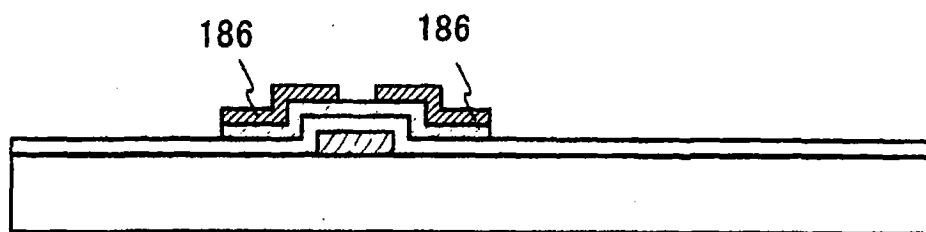


图 3B

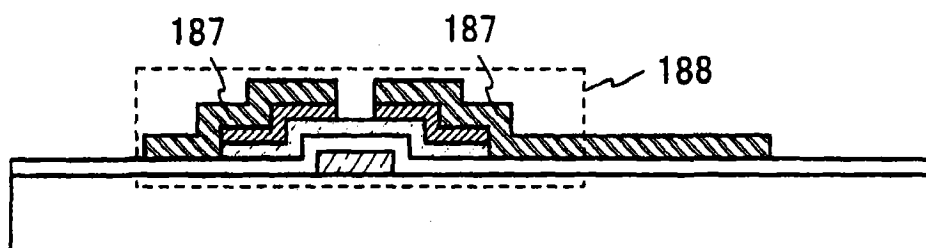


图 3C

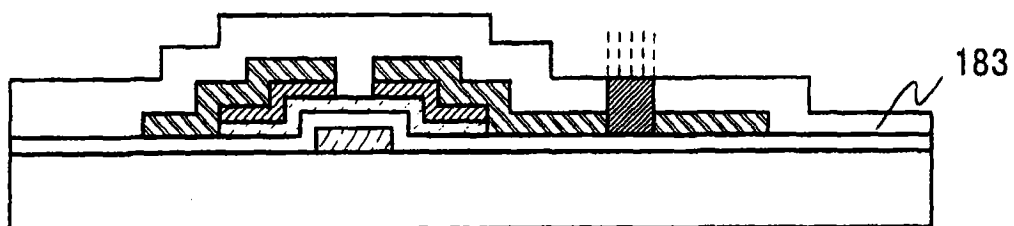


图 3D

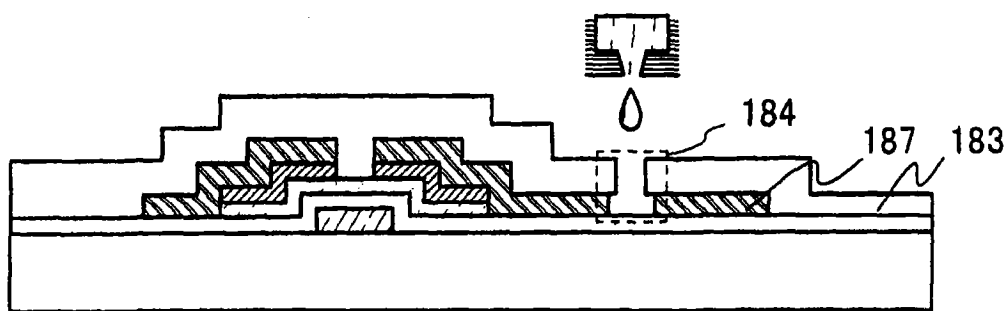


图 3E

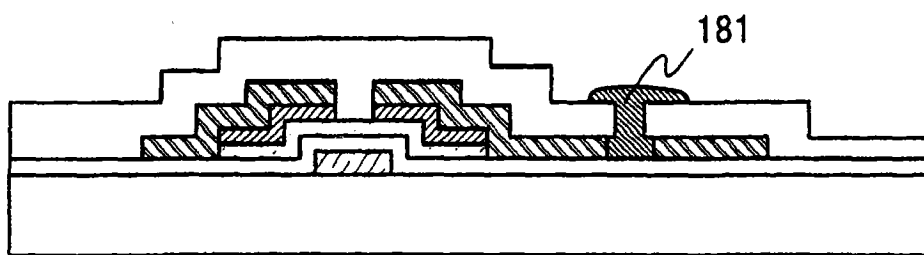


图 3F

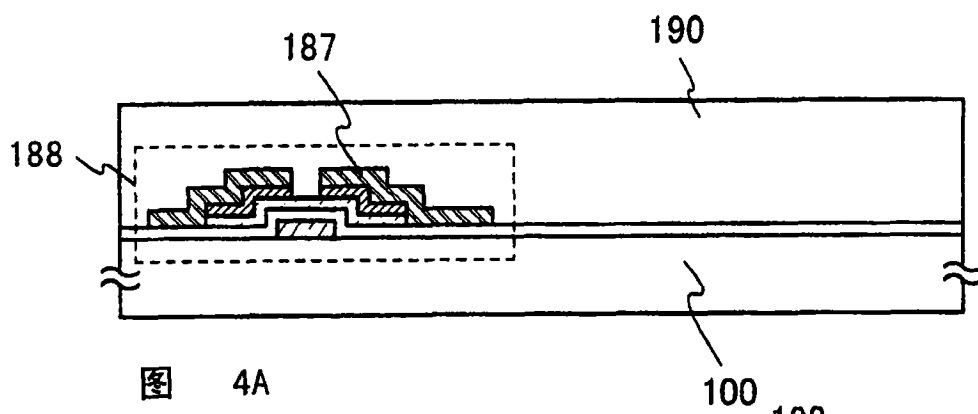


图 4A

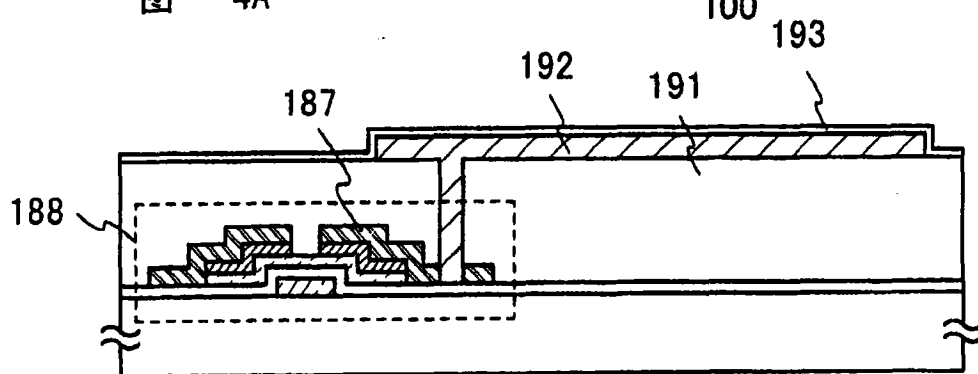


图 4B

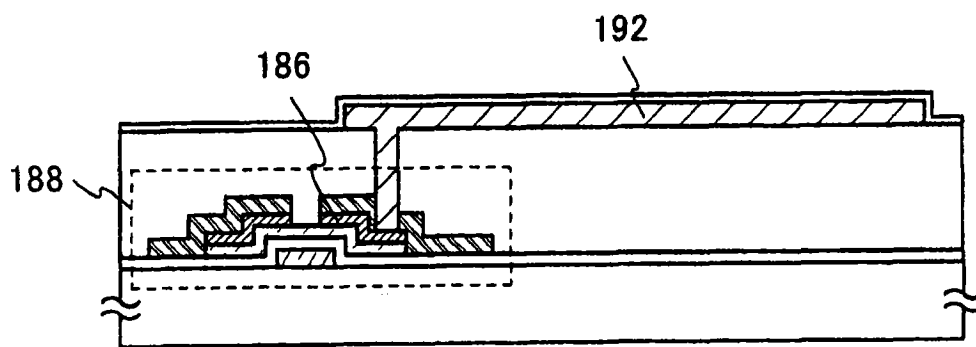


图 4C

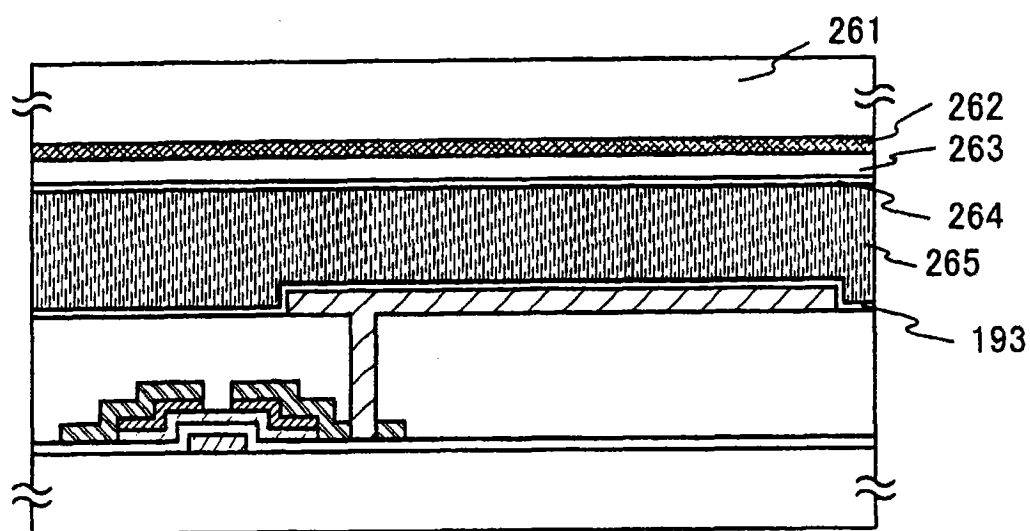


图 4D

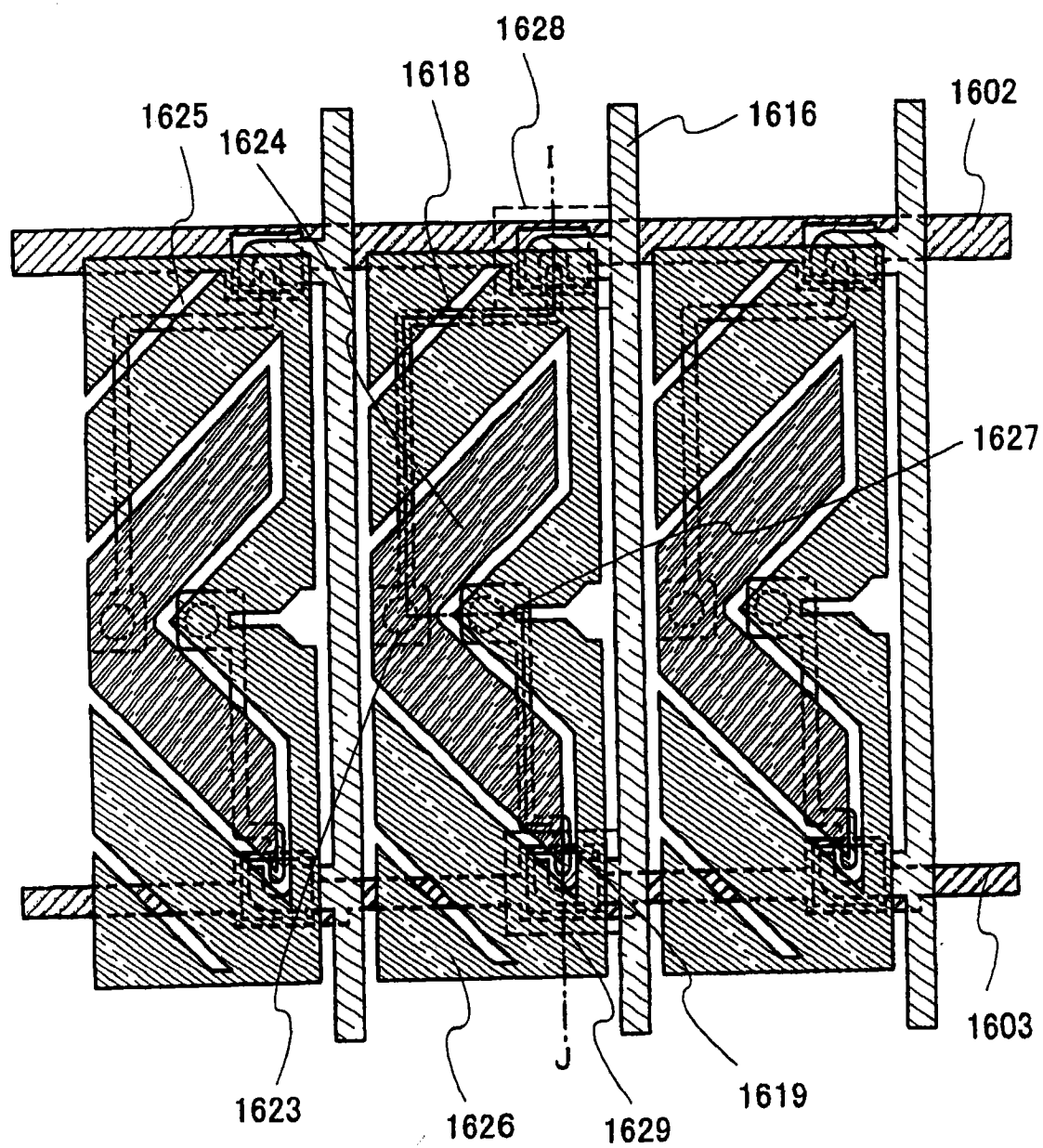


图 5

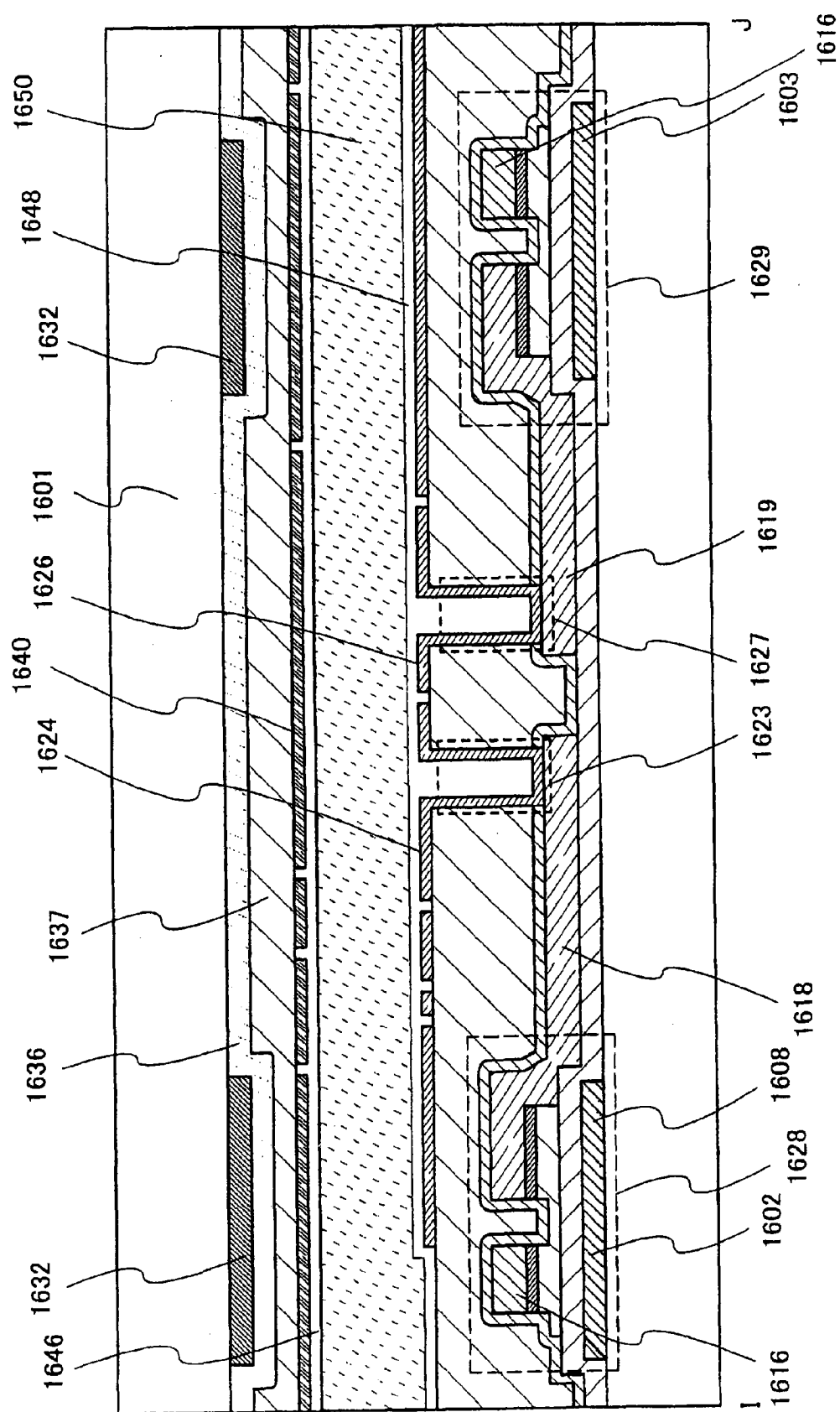


图 6

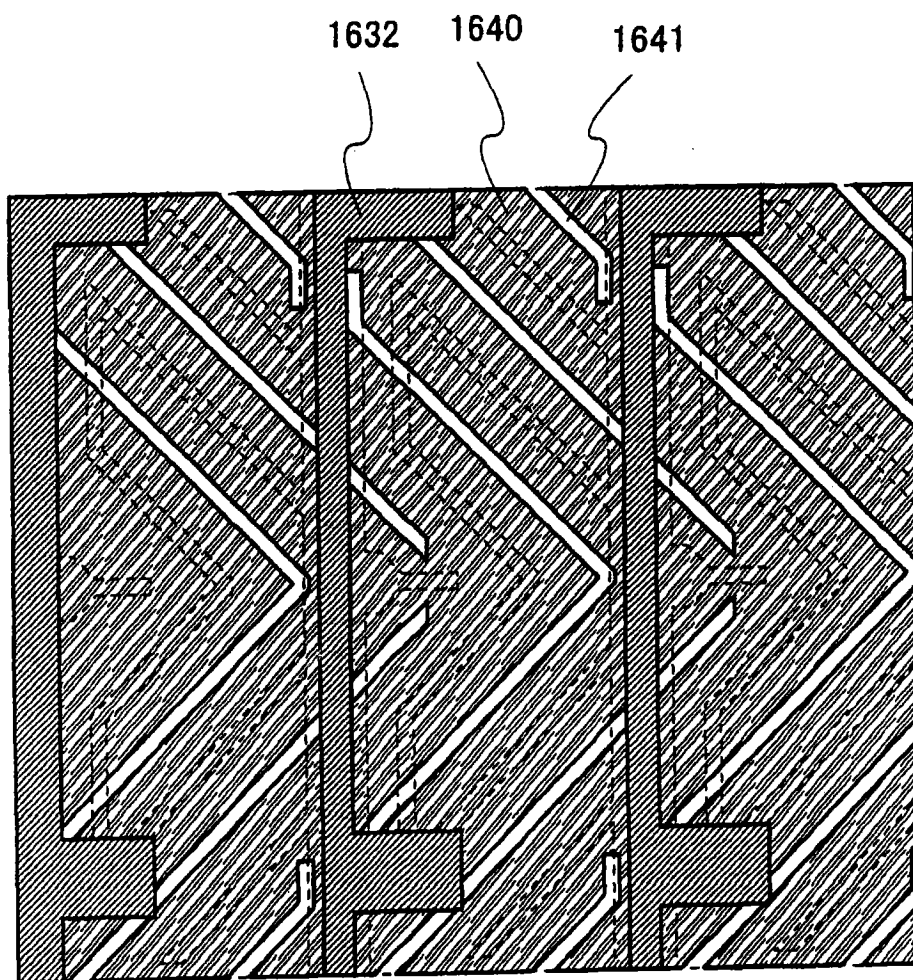


图 7

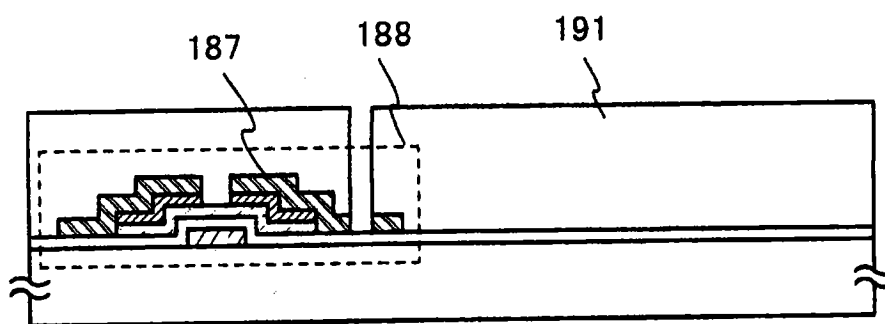


图 8A

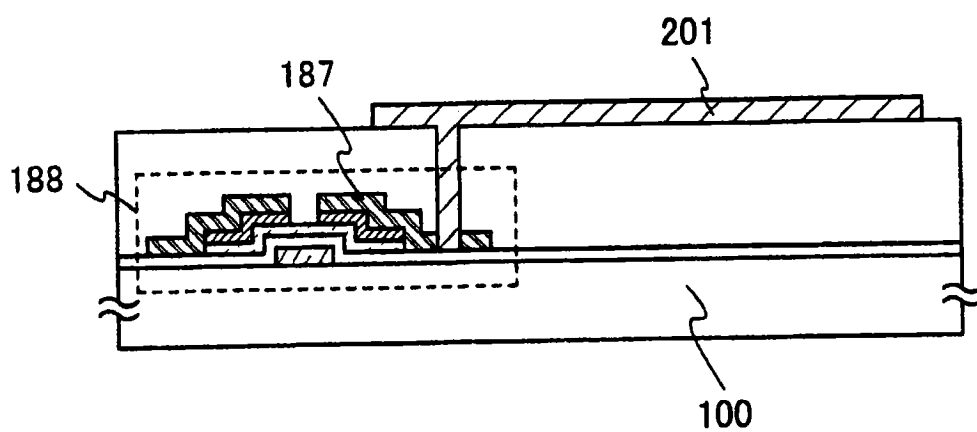


图 8B

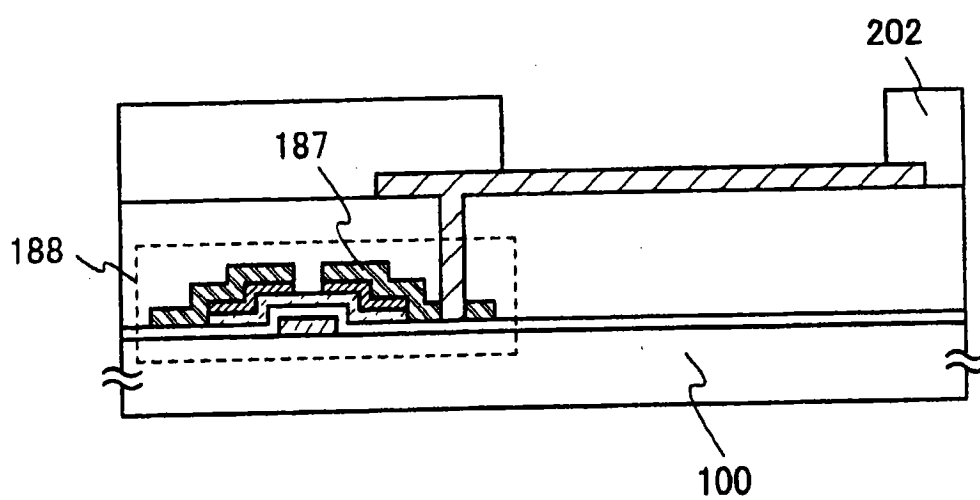


图 8C

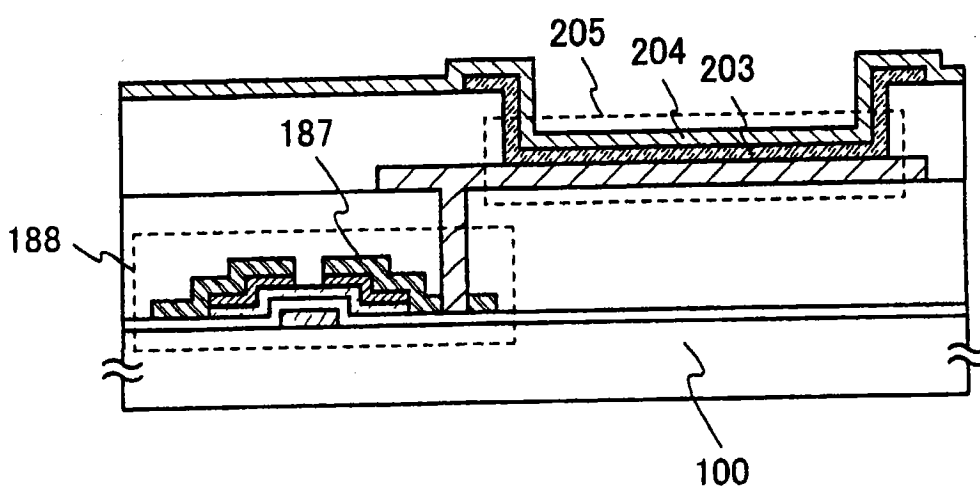


图 8D

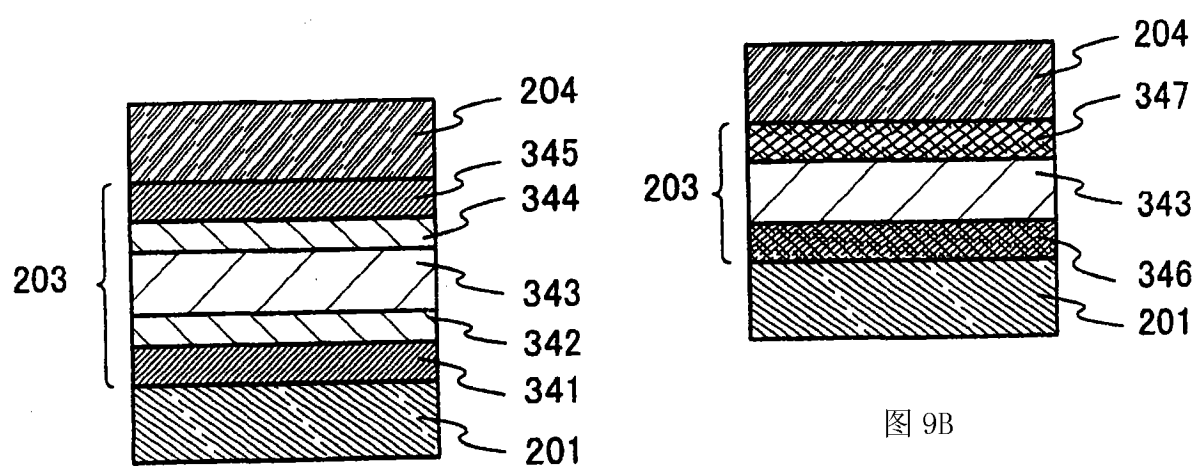


图 9B

图 9A

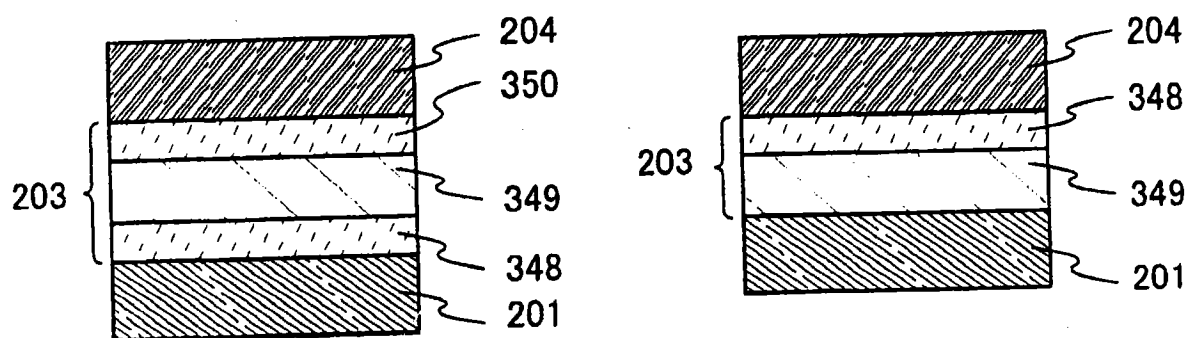


图 9D

图 9C

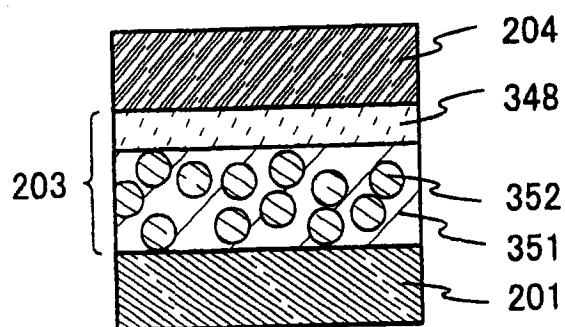


图 9E

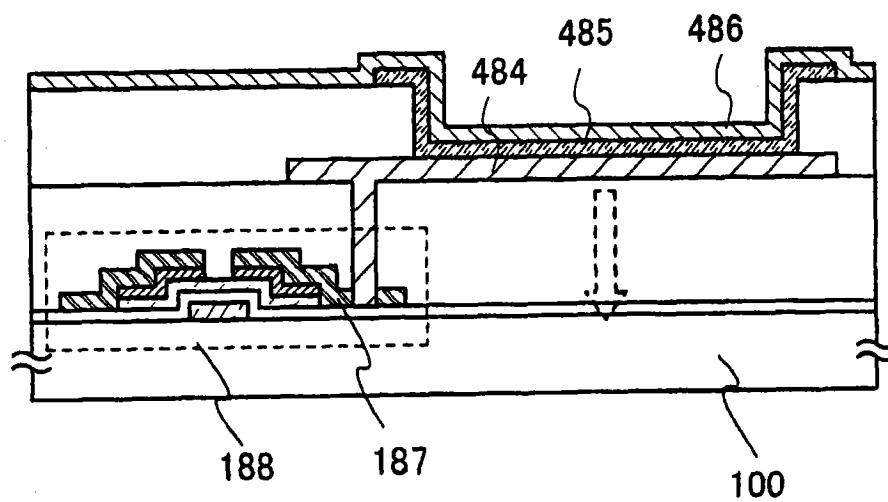


图 10A

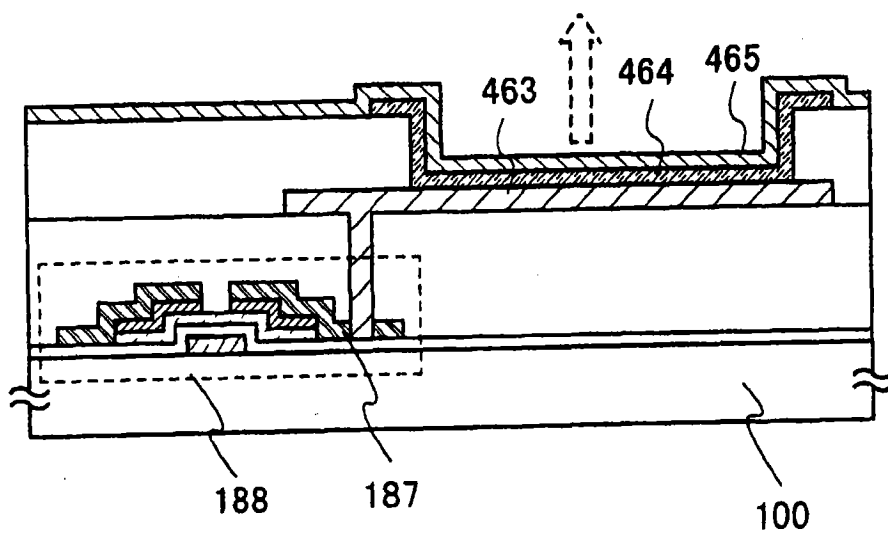


图 10B

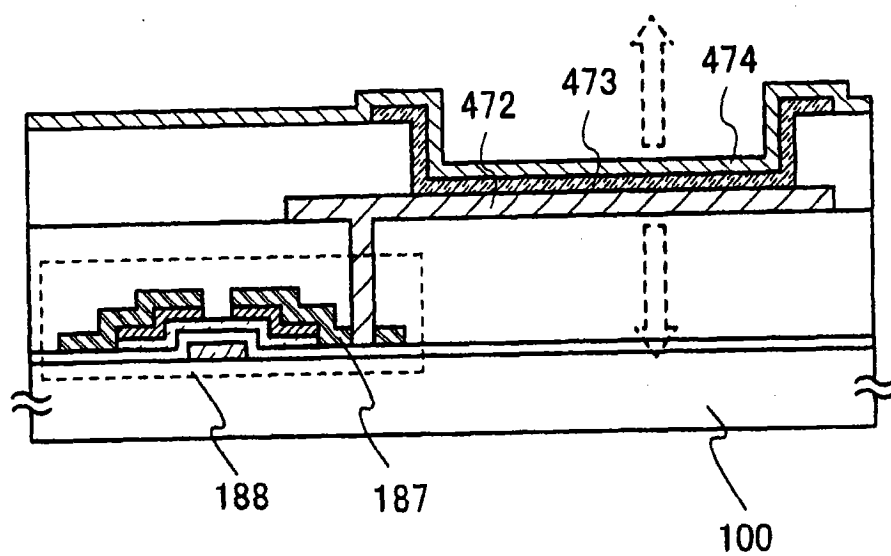


图 10C

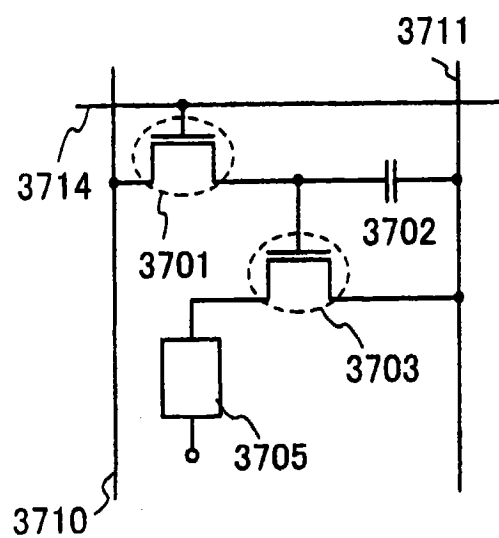


图 11A

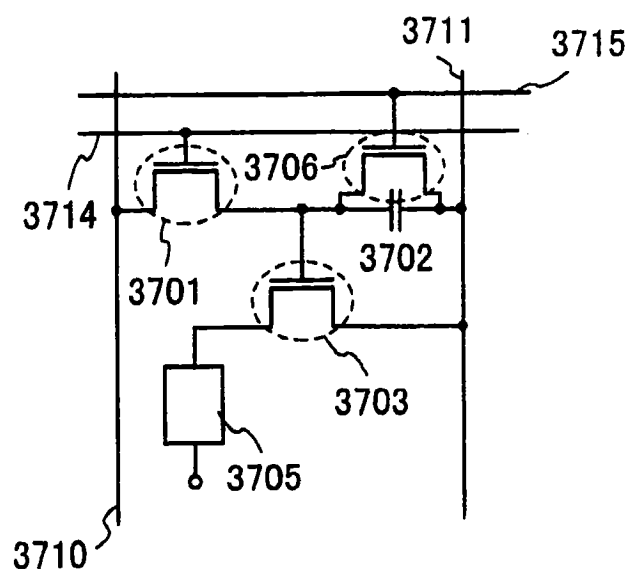


图 11B

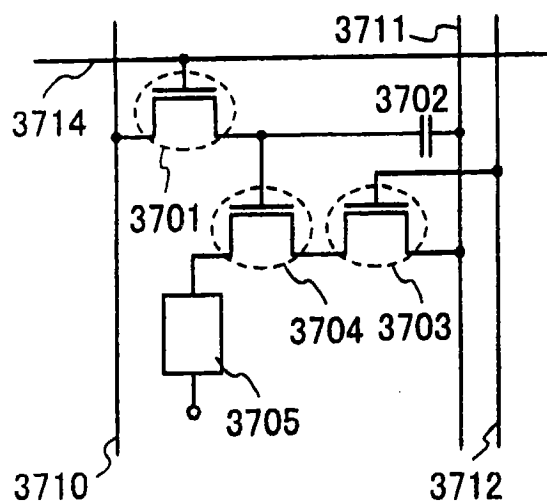


图 11C

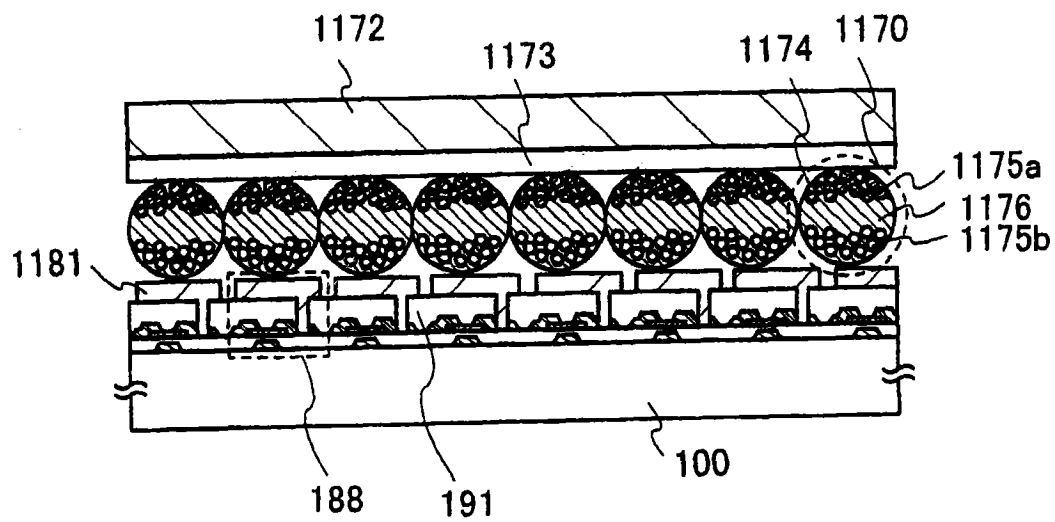


图 12

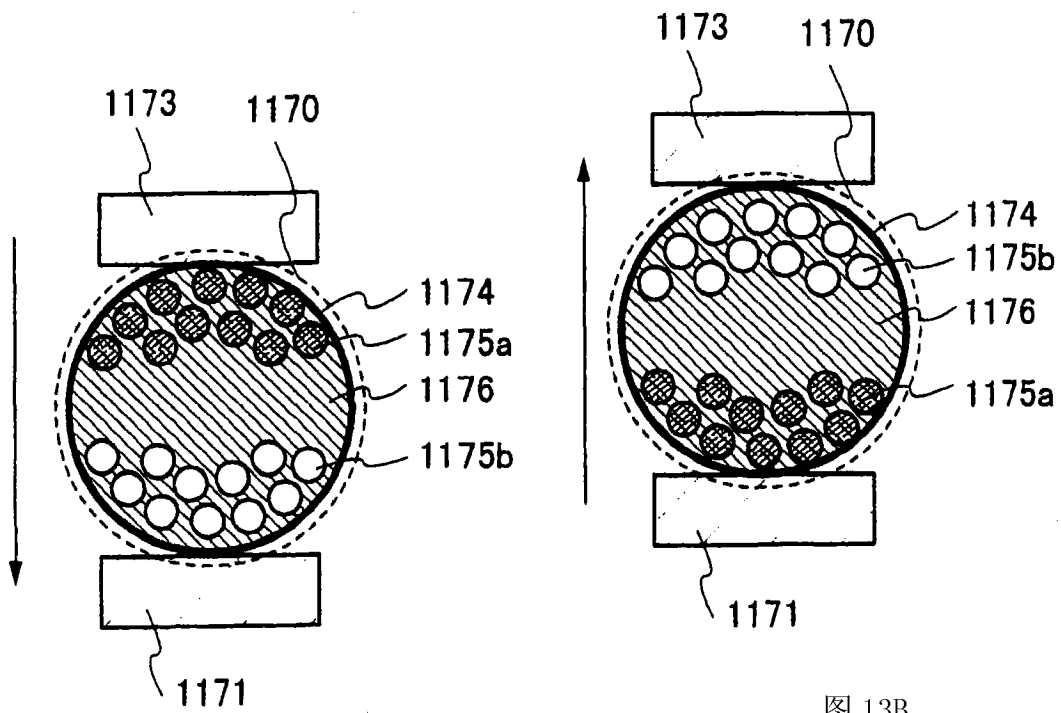


图 13A

图 13B

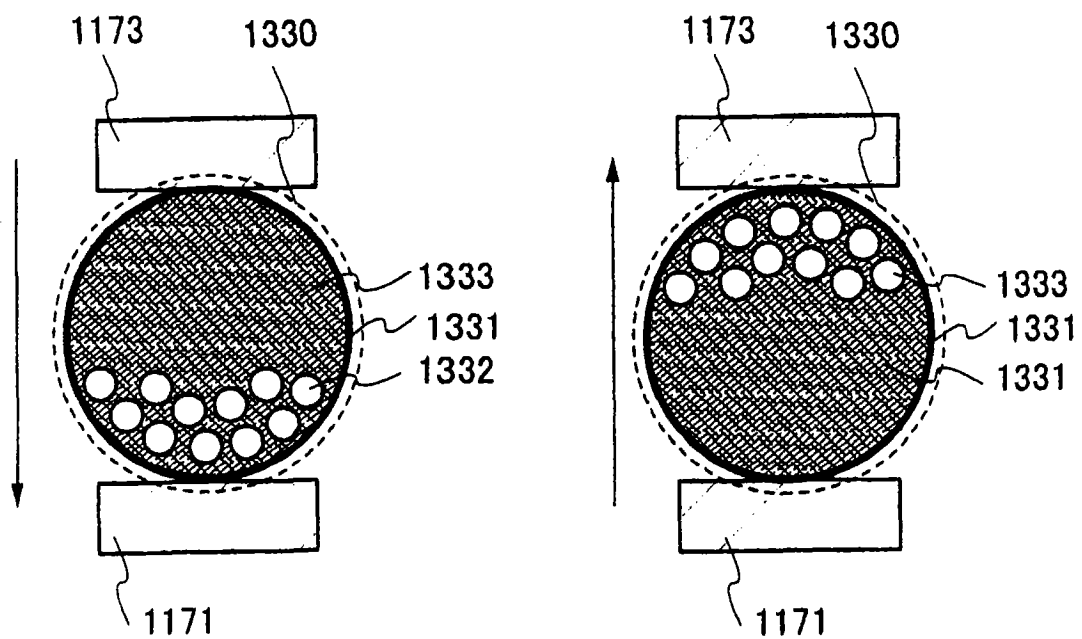


图 13C

图 13D

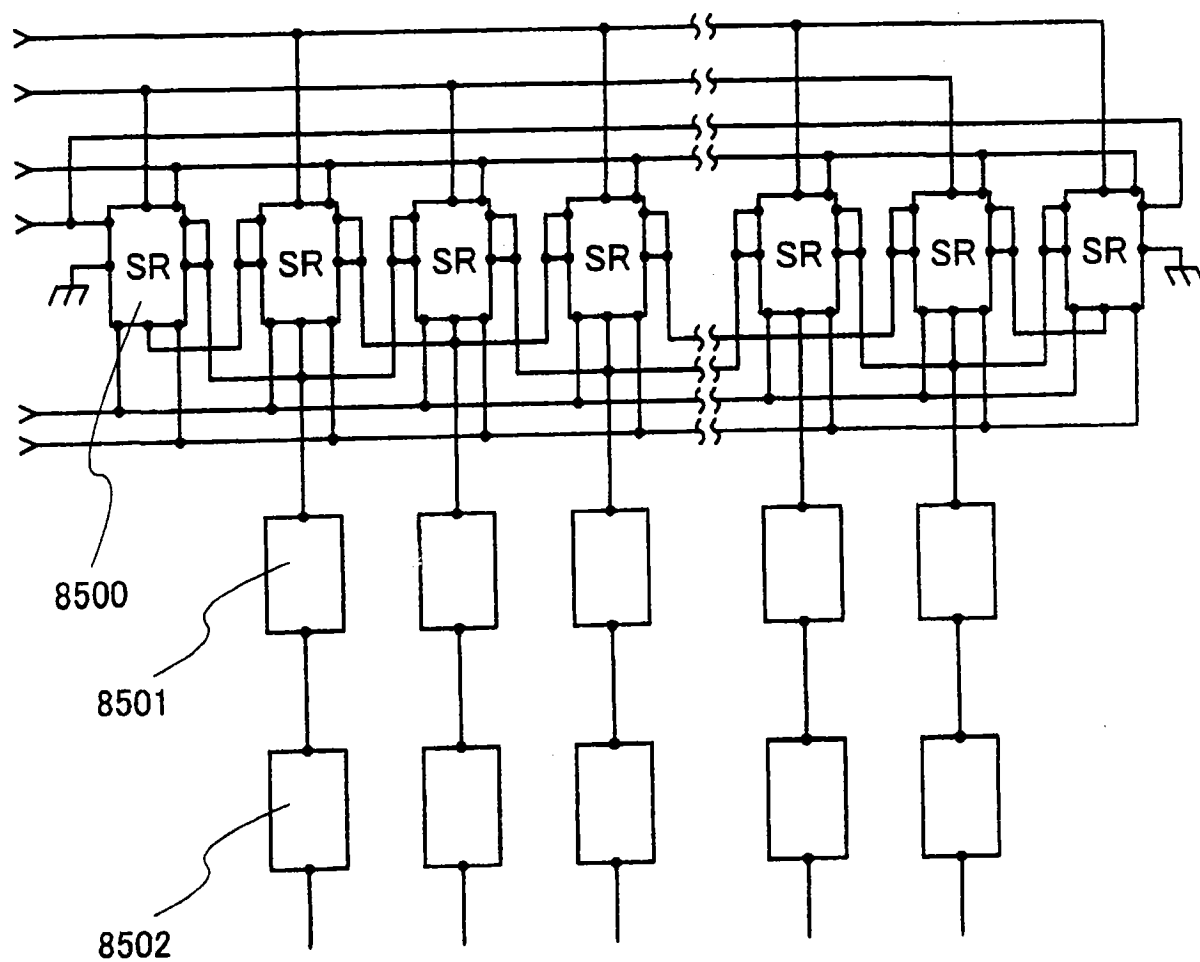


图 14

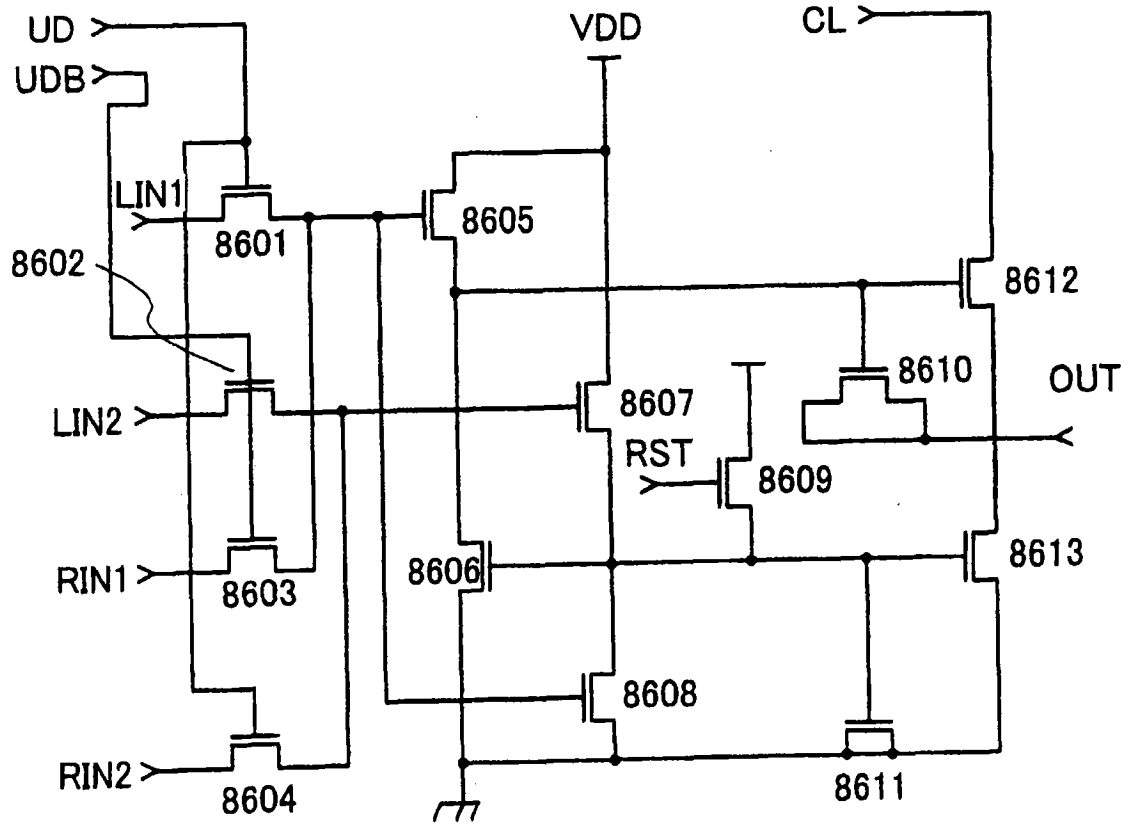


图 15

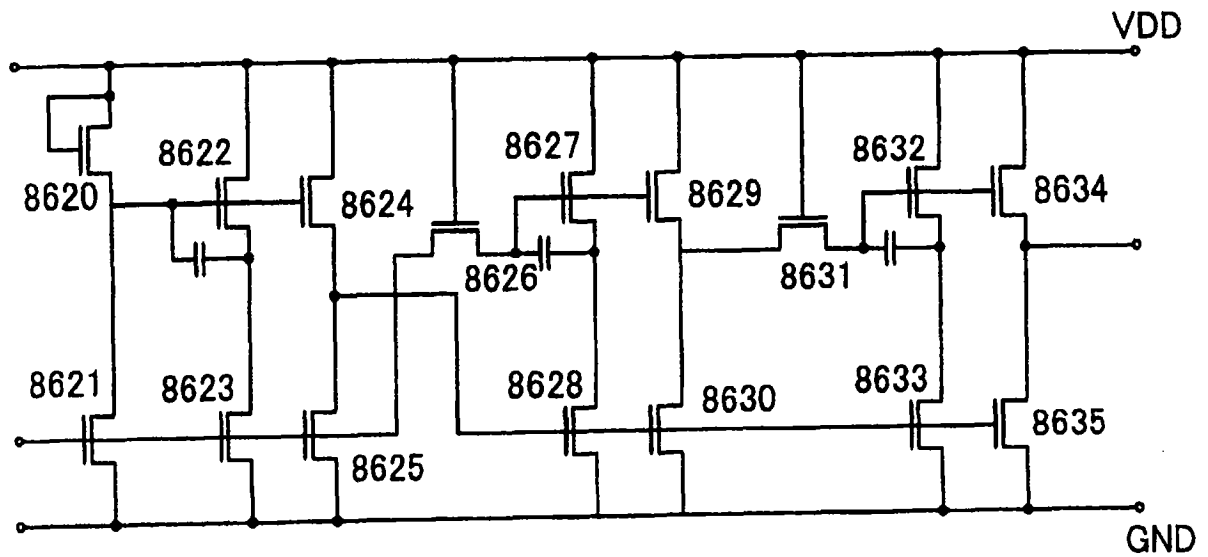


图 16

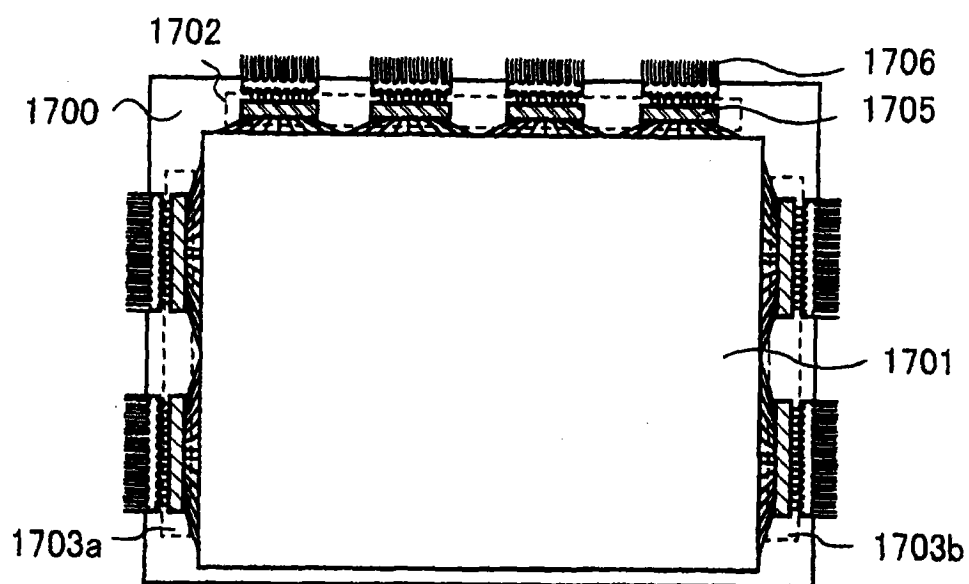


图 17A

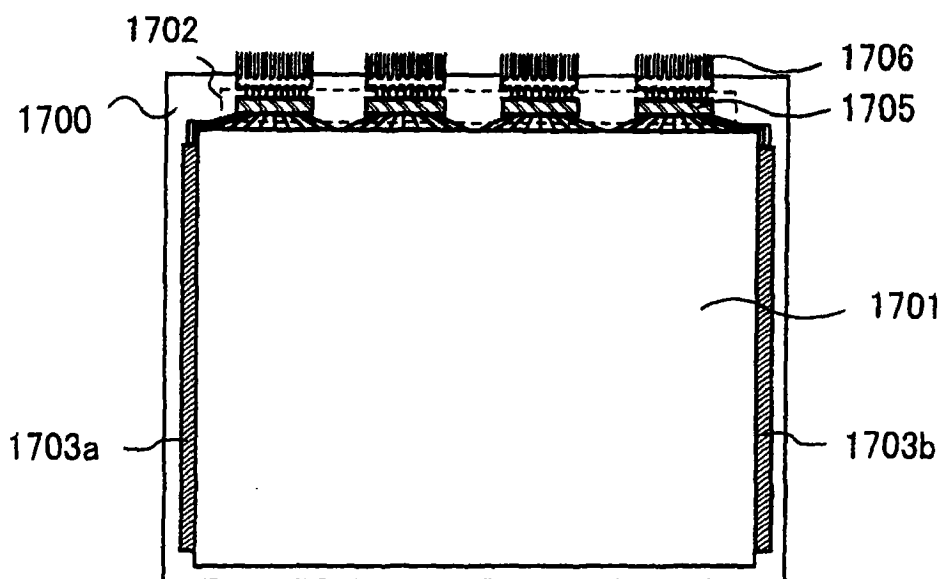


图 17B

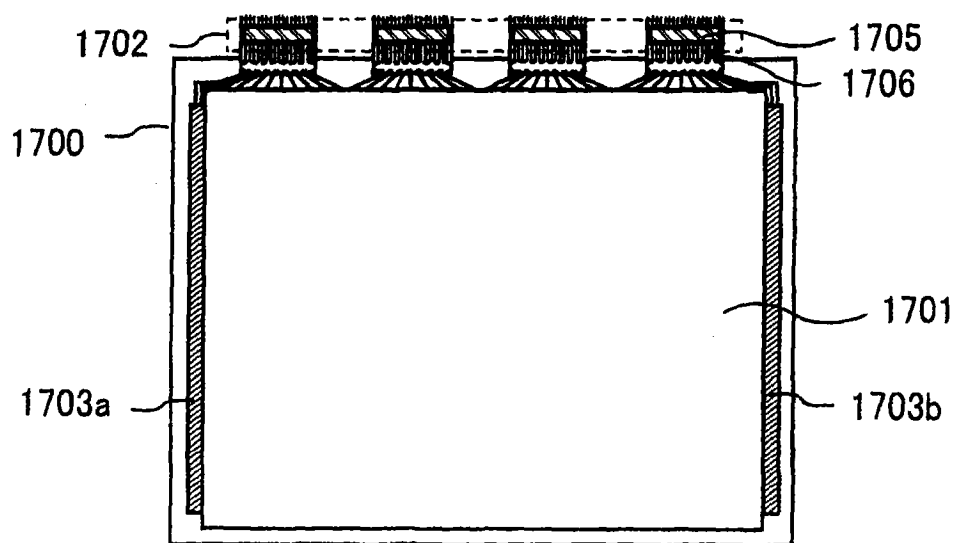


图 17C

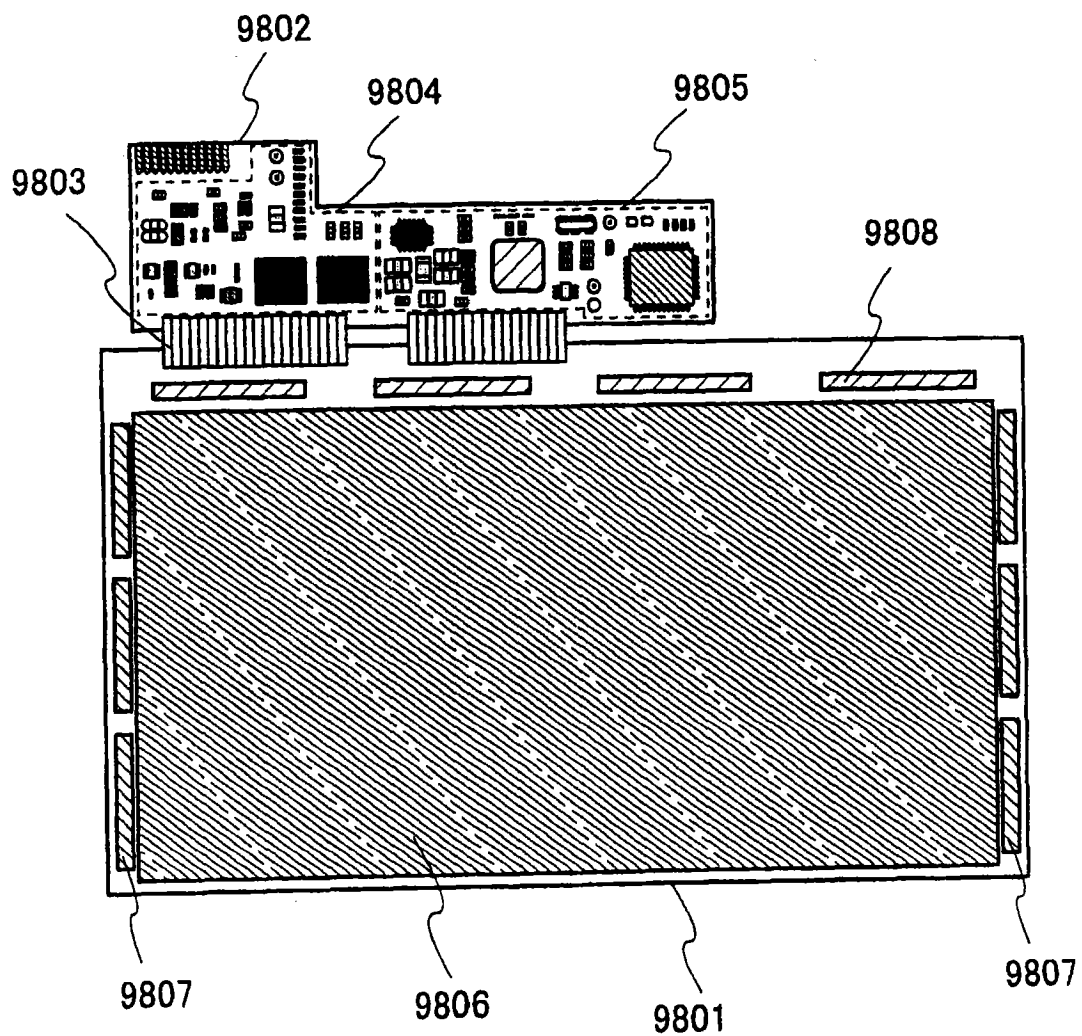


图 18

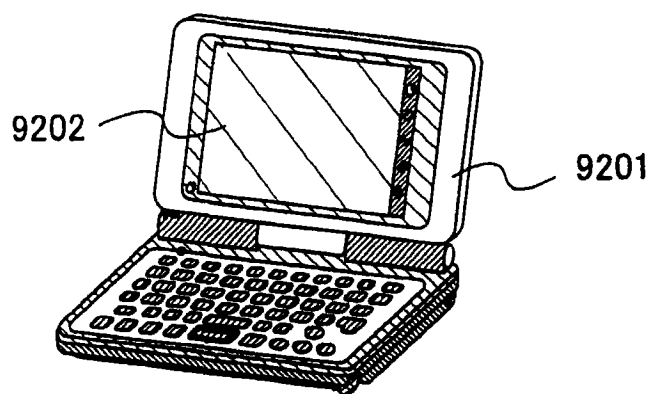


图 19A

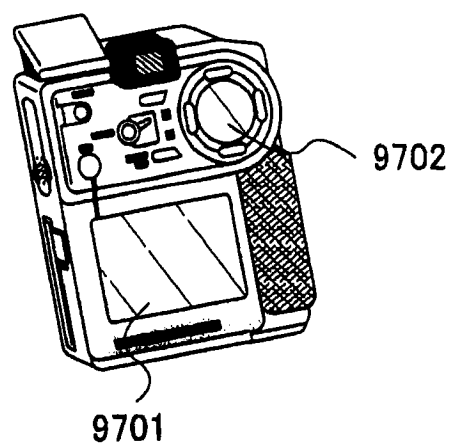


图 19B

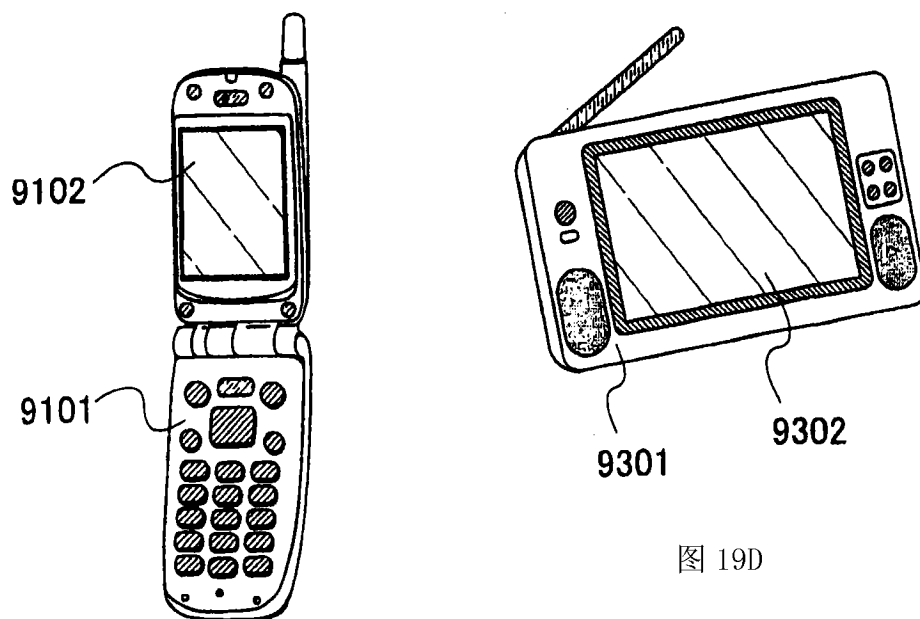


图 19D

图 19C

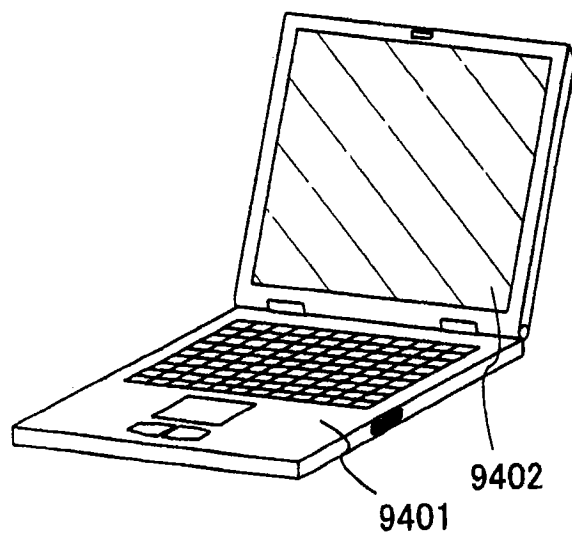


图 19E

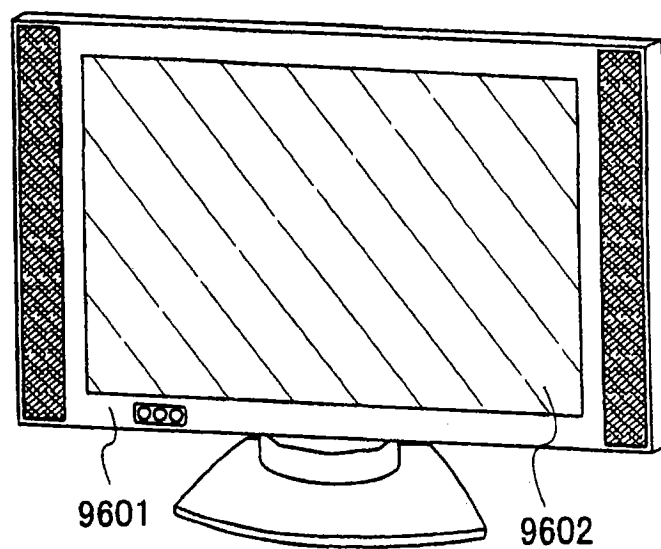


图 19F

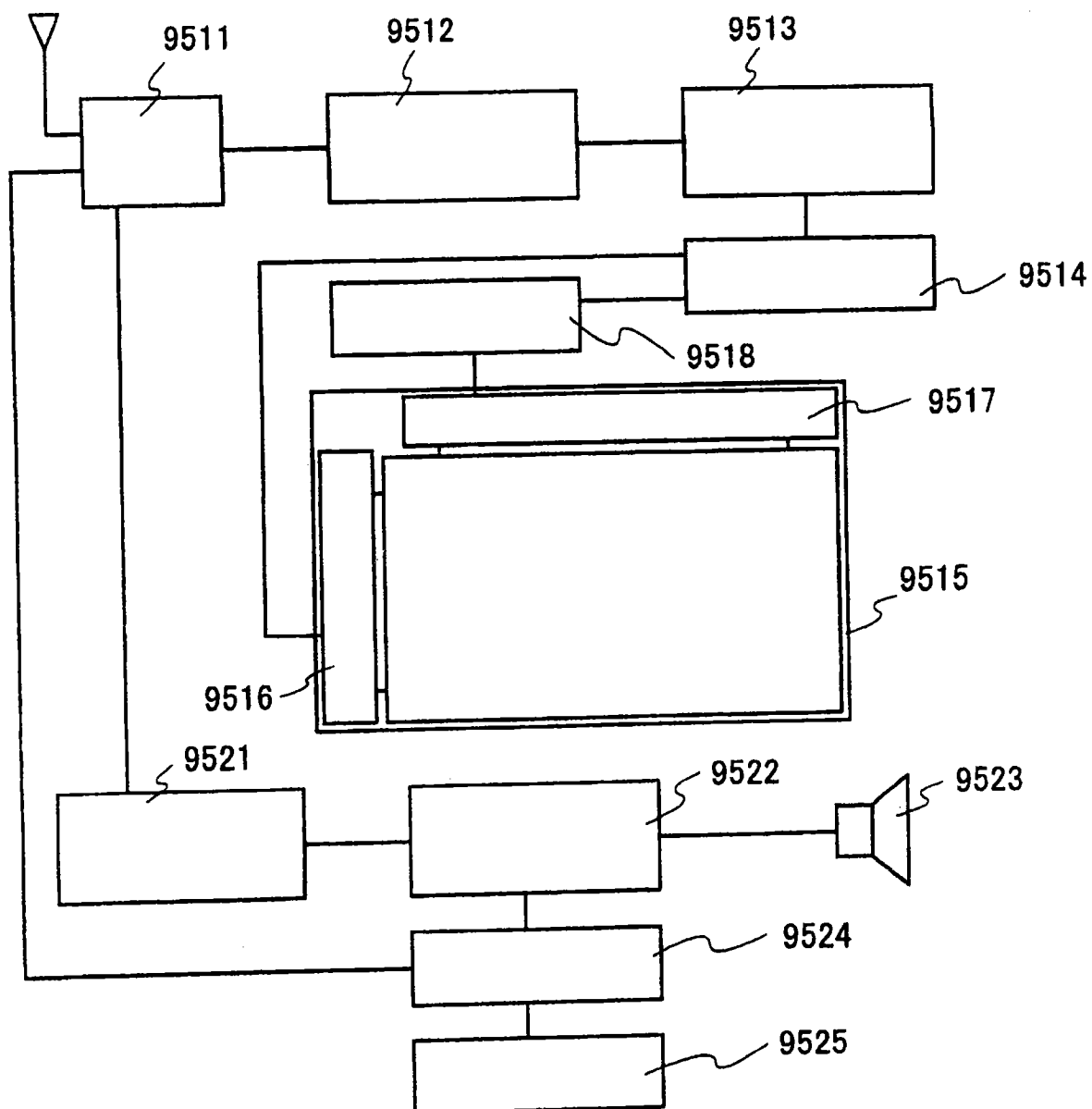


图 20