



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101794047 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201010115007. X

(22) 申请日 2010. 01. 29

(30) 优先权数据

2009-018995 2009. 01. 30 JP

(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 久保田大介 石谷哲二 山下晃央

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 何欣亭 徐予红

(51) Int. Cl.

G02F 1/1343(2006. 01)

审查员 曹梦军

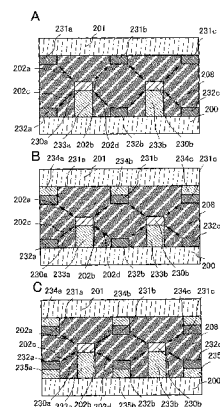
权利要求书2页 说明书29页 附图30页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明的目的之一在于提供一种能够实现进一步高的对比度化的使用呈现蓝相的液晶材料的液晶显示装置。在包括呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置中,使用具有对置的开口图案(槽缝)的第一共同电极层及第二共同电极层与具有开口图案的像素电极层夹持呈现蓝相的液晶层。像素电极层形成在设置为从第一衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的结构体上,并且在液晶层中配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间。通过对形成在结构体上的像素电极层与第一共同电极层及第二共同电极层之间施加电场,在整个液晶层中形成电场,使用该电场控制液晶分子。



1. 一种液晶显示装置,包括:

第一衬底及第二衬底;

在所述第一衬底和所述第二衬底之间的包含蓝相液晶材料的液晶层;

设置在所述第一衬底和所述液晶层之间的第一结构体,该第一结构体突出到所述液晶层中;

设置在所述液晶层和所述第一结构体之间的第一电极层,该第一电极层具有第一开口图案;

设置在所述第二衬底和所述液晶层之间的第二结构体,该第二结构体突出到所述液晶层中;

设置在所述第二结构体和所述液晶层之间的第二电极层,该第二电极层具有第二开口图案;以及

设置在所述第一衬底和所述液晶层之间并与所述第二电极层重叠的第三电极层,该第三电极层具有第三开口图案,

其中所述第一结构体至少部分地设置在所述第三开口图案中,

其中在所述液晶层的厚度方向上所述第一电极层和所述第三电极层之间的距离小于所述第二电极层和所述第三电极层之间的距离,

其中所述第一结构体的厚度比所述第二结构体的厚度厚,

其中所述第一电极层覆盖所述第一结构体的侧面和上面,

其中所述第二电极层覆盖所述第二结构体的侧面和上面,

其中所述第一结构体和所述第二结构体均为具有圆形顶部的锥形,并且

其中所述第一结构体和所述第二结构体的所述侧面均与所述液晶层接触。

2. 一种液晶显示装置,包括:

第一衬底及第二衬底;

在所述第一衬底和所述第二衬底之间的包含蓝相液晶材料的液晶层;

设置在所述第一衬底和所述液晶层之间的第一结构体,该第一结构体突出到所述液晶层中;

设置在所述液晶层和所述第一结构体之间的第一电极层,该第一电极层具有第一开口图案;

设置在所述第二衬底和所述液晶层之间的第二结构体,该第二结构体突出到所述液晶层中;

设置在所述第二结构体和所述液晶层之间的第二电极层,该第二电极层具有第二开口图案;

设置在所述第一衬底和所述液晶层之间的第三结构体,该第三结构体突出到所述液晶层中;以及

设置在所述液晶层和所述第三结构体之间并与所述第二电极层重叠的第三电极层,该第三电极层具有第三开口图案,

其中所述第一结构体至少部分地设置在所述第三开口图案中,

其中在所述液晶层的厚度方向上所述第一电极层和所述第三电极层之间的距离小于所述第二电极层和所述第三电极层之间的距离,

其中所述第一结构体的厚度比所述第二结构体的厚度厚,并且所述第一结构体的厚度比所述第三结构体的厚度厚,

其中所述第一电极层覆盖所述第一结构体的侧面和上面,

其中所述第二电极层覆盖所述第二结构体的侧面和上面,

其中所述第三电极层覆盖所述第三结构体的侧面和上面,

其中所述第一结构体、所述第二结构体和所述第三结构体均为具有圆形顶部的锥形,并且

其中所述第一结构体、所述第二结构体和所述第三结构体的所述侧面均与所述液晶层接触。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中所述第一电极层和所述第二电极层之间的距离与所述第一电极层和所述第三电极层之间的距离基本上相等。

4. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中所述第一电极层、所述第二电极层以及所述第三电极层与所述液晶层接触。

5. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中所述第一电极层、所述第二电极层以及所述第三电极层都具有梳齿状。

6. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中所述液晶层包含手性试剂。

7. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中所述液晶层具有光固化树脂及光聚合引发剂。

8. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,其中薄膜晶体管设置在所述第一衬底和所述第一结构体之间,并且

其中所述第一电极层电连接到所述薄膜晶体管。

9. 根据权利要求8所述的液晶显示装置,其中彩色的透光性树脂层设置在所述薄膜晶体管和所述第一结构体之间。

10. 根据权利要求1或权利要求2所述的液晶显示装置,还包括遮光层。

11. 根据权利要求8所述的液晶显示装置,还包括遮光层,

其中所述遮光层设置在所述薄膜晶体管和所述液晶层之间。

12. 根据权利要求8所述的液晶显示装置,还包括遮光层,

其中所述遮光层设置在所述第二衬底和所述第二电极层之间。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置及其制造方法。

背景技术

[0002] 作为薄型及轻量化的显示装置（所谓的平板显示器），已竞相开发出具有液晶元件的液晶显示装置、具有自发光元件的发光装置、场致发射显示器（FED）等。

[0003] 液晶显示装置需要液晶分子的响应速度的高速化。液晶的显示模式多种多样，其中作为能够进行高速响应的液晶模式，可以举出 FLC（Ferroelectric Liquid Crystal；铁电液晶）模式、OCB（Optical Compensated Birefringence；光学补偿弯曲）模式、以及使用呈现蓝相（blue phase）的液晶的模式。

[0004] 尤其是，使用呈现蓝相的液晶的模式由于不需要使用取向膜，并且可以获得广视角化，因此进一步展开迈向实用化的研究（例如，参照专利文件 1）。专利文件 1 是为了扩大出现蓝相的温度范围而对液晶进行高分子稳定化处理的报告。

[0005] [专利文件 1] 国际专利申请公开 05/090520 号公报

发明内容

[0006] 作为液晶显示装置的课题，为了实现高对比度而需要高白透过率（白显示时的光透过率）。

[0007] 因此，为了实现更高的对比度化，本发明的目的在于提供一种适合使用呈现蓝相的液晶的液晶显示模式的液晶显示装置。

[0008] 在包括呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置中，通过具有开口图案的像素电极层（第一电极层）和具有开口图案（槽缝）的一对共同电极层（第一共同电极层（第二电极层）及第二共同电极层（第三电极层））夹持呈现蓝相的液晶层。共同电极层分别形成在第一衬底上及第二衬底上，并且配置为隔着液晶层对置。

[0009] 像素电极层形成在设置为从第一衬底的液晶层一侧的面（向着液晶层的面）突出到液晶层中的结构体上，并且在液晶层的膜厚度方向上配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间。只要像素电极层配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间，就也可以在结构体上形成第一共同电极层和第二共同电极层。在此情况下，像素电极层及第二共同电极层形成在同一第一衬底上，并且形成在像素电极层下的结构体（第一结构体）高于（厚于）形成在第二共同电极层下的结构体（第三结构体）。

[0010] 形成在第一衬底（也称为元件衬底）上的像素电极层及第二共同电极层与形成在第二衬底（也称为对置衬底）上的第一共同电极层以它们之间夹有液晶层的方式通过密封剂固定。像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层具有各种开口图案而不是平板形状，并且是包括弯曲部分或分叉的梳齿状的形状。另外，第一共同电极层及第二共同电极层至少在像素区域中具有相同的形状且配置为隔着液晶层重叠。

[0011] 通过对像素电极层与第一共同电极层及第二共同电极层之间施加电场，倾斜方向

(对衬底倾斜的方向)的电场施加到液晶上,所述像素电极层与第一共同电极层及第二共同电极层设置为夹着液晶且分别具有开口图案,由此,可以使用该电场控制液晶分子。另外,由于像素电极层在液晶层的膜厚度方向上配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间,所以可以对液晶施加像素电极层和第一共同电极层之间的电场、以及像素电极层和第二共同电极层之间的电场,而可以在整个液晶层中形成电场。

[0012] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率(黑显示时的光透过率)的比例,即对比度。

[0013] 结构体可以由使用绝缘材料(有机材料及无机材料)的绝缘体、以及使用导电材料(有机材料及无机材料)的导体形成。典型地,优选使用可见光固化树脂、紫外线固化树脂、或热固化树脂。例如,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、氨基树脂(amine resin)等。另外,还可以使用导电树脂或金属材料形成。另外,结构体也可以采用多个薄膜的叠层结构。作为结构体的形状,可以采用柱状、锥形的尖端为平面且其截面为梯形的形状、锥形的尖端为圆形的圆顶形状等。此外,由于结构体只要是从衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的部分即可,因此,也可以将层间膜加工为其液晶层一侧的表面具有凹凸形状来形成突出的结构体。所以,结构体也可以采用具有多个突出的凸部的连续膜。

[0014] 在本说明书中,像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层具有的开口图案(槽缝)不但是指在密封空间中开口的图案,还包括一部分开放的梳齿状那样的图案。

[0015] 在本说明书中,将形成有薄膜晶体管、像素电极层、第二共同电极层、以及层间膜的衬底称为元件衬底(第一衬底),并且将隔着液晶层与所述元件衬底对置的形成有第一共同电极层的衬底称为对置衬底(第二衬底)。

[0016] 液晶层可以使用呈现蓝相的液晶材料。由于呈现蓝相的液晶材料的响应速度快,为1msec以下,可以进行高速响应,因此可以实现液晶显示装置的高性能化。

[0017] 作为呈现蓝相的液晶材料包括液晶和手性试剂。手性试剂用来使液晶取向为螺旋结构以呈现蓝相。例如,可以将混合有5重量%以上的手性试剂的液晶材料用于液晶层。

[0018] 液晶使用热致液晶、低分子液晶、高分子液晶、铁电性液晶、反铁电性液晶等。

[0019] 作为手性试剂,使用与液晶的相容性良好并且扭曲力(twisting power)强的材料。另外,优选使用R体和S体中的一方,而不使用R体和S体的比例为50:50的外消旋体(racemic body)。

[0020] 上述液晶材料根据条件呈现胆甾相、胆甾蓝相、近晶相、近晶蓝相、立方相、手性向列相、各向同性相等。

[0021] 蓝相的胆甾蓝相及近晶蓝相呈现于具有螺距(helical pitch)为500nm以下的相对较短的胆甾相或近晶相的液晶材料中。液晶材料的取向具有双重扭曲(double twist)结构。由于具有可见光的波长以下的序列,因此液晶材料透明,通过施加电压改变取向序列(alignment order)变化,从而产生光学调制作用。因为蓝相在光学上具有各向同性,所以没有视角依赖性,不需要形成取向膜,因此可以实现显示图像质量的提高及成本的缩减。

[0022] 另外,由于蓝相仅呈现于较窄的温度范围内,为了改善并扩大温度范围,优选对液晶材料添加光固化树脂及光聚合引发剂并进行高分子稳定化处理。高分子稳定化处理通过对包含液晶、手性试剂、光固化树脂、以及光聚合引发剂的液晶材料照射能使光固化树脂及

光聚合引发剂发生反应的波长的光来进行。该高分子稳定化处理既可以通过对呈现各向同性相的液晶材料照射光而进行,又可以通过对由温度控制而呈现蓝相的液晶材料照射光而进行。例如,在通过控制液晶层的温度并呈现蓝相的状态下,对液晶层照射光来进行高分子稳定化处理。但不局限于此,还可以通过在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 $+10^{\circ}\text{C}$ 以内,优选在 $+5^{\circ}\text{C}$ 以内的呈现各向同性相的状态下,对液晶层照射光来进行高分子稳定化处理。蓝相和各向同性相之间的相转变温度是指当升温时从蓝相转变到各向同性相的温度、或者当降温时从各向同性相转变到蓝相的温度。作为高分子稳定化处理的一个例子,可以将液晶层加热到其呈现各向同性相,然后逐渐降温到转变为蓝相,在保持呈现蓝相的温度的状态下对其照射光。此外,还可以逐渐将液晶层加热到转变为各向同性相,然后在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 $+10^{\circ}\text{C}$ 以内,优选在 $+5^{\circ}\text{C}$ 以内的状态(呈现各向同性相的状态)下对其照射光。另外,当将紫外线固化树脂(UV 固化树脂)用作液晶材料所包含的光固化树脂时,对液晶层照射紫外线即可。另外,即使在不呈现蓝相的情况下,通过在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 $+10^{\circ}\text{C}$ 以内,优选在 $+5^{\circ}\text{C}$ 以内的状态(呈现各向同性相的状态)下照射光来进行高分子稳定化处理,可以获得 1msec 以下的较短的响应速度而实现高速响应。

[0023] 本说明书所公开的发明结构的一个方式是一种液晶显示装置,其包括:夹持包含呈现蓝相的液晶材料的液晶层的第一衬底及第二衬底;从第一衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的结构体;设置在结构体上并具有开口图案的第一电极层;设置在第二衬底和液晶层之间的具有开口图案的第二电极层;以及与第二电极层重叠并设置在第一衬底和液晶层之间的具有开口图案的第三电极层,其中所述结构体设置在第三电极层的开口图案内,其中第一电极层在液晶层中配置在第二电极层和第三电极层之间。

[0024] 本说明书所公开的发明结构的另一个方式是一种液晶显示装置,其包括:夹持包含呈现蓝相的液晶材料的液晶层的第一衬底及第二衬底;从第一衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的第一结构体;设置在第一结构体上并具有开口图案的第一电极层;从第二衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的第二结构体;设置在第二结构体上的具有开口图案的第二电极层;以及与第二电极层重叠并设置在第一衬底和液晶层之间的具有开口图案的第三电极层,其中第一结构体设置在第三电极层的开口图案内,其中第一电极层在液晶层中配置在第二电极层和第三电极层之间。

[0025] 本说明书所公开的发明结构的另一个方式是一种液晶显示装置,其包括:夹持包含呈现蓝相的液晶材料的液晶层的第一衬底及第二衬底;从第一衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的第一结构体;设置在第一结构体上并具有开口图案的第一电极层;从第二衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的第二结构体;设置在第二结构体上的具有开口图案的第二电极层;从第一衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的第三结构体;以及与第二电极层重叠并设置在第三结构体上的具有开口图案的第三电极层,其中第一结构体设置在第三电极层的开口图案内,其中所述第一电极层在液晶层中配置在第二电极层和第三电极层之间。

[0026] 由于通过使用呈现蓝相的液晶层而不需要形成取向膜,因此像素电极层(第一电极层)和液晶层接触,并且第二电极层(第一共同电极层)及第三电极层(第二共同电极层)与液晶层也接触。

[0027] 另外,为方便起见附加第一、第二等序号词,因此,它们不表示工序顺序或层叠顺序。此外,它们在本说明书中不表示用来特定发明的事项的固有名称。

[0028] 另外,在本说明书中半导体装置是指能够通过利用半导体特性而工作的所有装置,因此电光装置、半导体电路、以及电子设备都是半导体装置。

[0029] 在使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置中,可以提高对比度。

附图说明

- [0030] 图 1A 至图 1C 是说明液晶显示装置的电场模式的图;
- [0031] 图 2A 和图 2B 是说明液晶显示装置的图;
- [0032] 图 3A 和图 3B 是说明液晶显示装置的图;
- [0033] 图 4A 和图 4B 是说明液晶显示装置的图;
- [0034] 图 5A 和图 5B 是说明液晶显示装置的图;
- [0035] 图 6A 和图 6B 是说明液晶显示装置的图;
- [0036] 图 7A 至图 7D 是说明液晶显示装置的制造方法的图;
- [0037] 图 8A 至图 8D 是说明液晶显示装置的电极层的图;
- [0038] 图 9A 和图 9B 是说明液晶显示装置的图;
- [0039] 图 10A 和图 10B 是说明液晶显示装置的图;
- [0040] 图 11A 和图 11B 是说明液晶显示装置的图;
- [0041] 图 12A1、图 12A2、图 12B 是说明液晶显示装置的图;
- [0042] 图 13A 和图 13B 是示出电视装置及数码相框的例子的外观图;
- [0043] 图 14A 和图 14B 是示出游戏机的例子的外观图;
- [0044] 图 15A 和图 15B 是示出移动电话机的一个例子的外观图;
- [0045] 图 16 是说明液晶显示模块的图;
- [0046] 图 17A 至图 17D 是说明液晶显示装置的制造方法的图;
- [0047] 图 18A 和图 18B 是说明液晶显示装置的图;
- [0048] 图 19A 和图 19B 是说明液晶显示装置的电场模式的计算结果的图;
- [0049] 图 20A 和图 20B 是说明液晶显示装置的电场模式的计算结果的图;
- [0050] 图 21A 和图 21B 是说明液晶显示装置的电场模式的计算结果的图;
- [0051] 图 22A 和图 22B 是说明液晶显示装置的电场模式的计算结果的图;
- [0052] 图 23A 和图 23B 是说明液晶显示装置的电场模式的计算结果的图;
- [0053] 图 24A 和图 24B 是说明液晶显示装置的图。

具体实施方式

[0054] 参照附图对实施方式进行详细说明。但是,本发明不局限于以下说明,所属技术领域的普通技术人员可以很容易地理解一个事实就是其方式和详细内容可以在不脱离本发明的宗旨及其范围的情况下被变换为各种形式。因此,不应该被解释为仅限于以下所示的实施方式的记载内容。注意,在以下说明的结构中,在不同的附图中对于相同部分或具有相同功能的部分使用相同的附图标记表示,而省略重复说明。另外,当一个层在截面图中表示为多个层时,有可能对多个层的每一个或几个使用不同的附图标记。

[0055] 实施方式 1

[0056] 参照图 1A 至图 1C、图 19A 和图 19B 至图 23A 和图 23B, 说明液晶显示装置。

[0057] 图 1A 至图 1C 是液晶显示装置的截面图。

[0058] 图 1A 示出第一衬底 200 和第二衬底 201 以中间夹持使用呈现蓝相的液晶材料的液晶层 208 的方式而对置地配置的液晶显示装置。在第一衬底 200 和液晶层 208 之间设置有第一结构体 233a 及 233b、像素电极层 230a 及 230b、以及第二共同电极层 232a、232b、232c, 并且在第二衬底 201 和液晶层 208 之间形成有第一共同电极层 231a、231b、231c。第一结构体 233a、233b 设置为从第一衬底 200 的液晶层 208 一侧的面突出到液晶层 208 中。

[0059] 第二共同电极层 232a、232b、232c 设置在第一衬底 200 上, 并且第一共同电极层 231a、231b、231c 设置在第二衬底 201 上, 并且配置为隔着液晶层 208 对置。当第一共同电极层 231a、231b、231c 及第二共同电极层 232a、232b、232c 至少在像素区域中具有相同的形状且配置为隔着液晶层重叠时, 不会使像素的开口率降低, 所以这是优选的。

[0060] 像素电极层 230a、230b 形成在设置于第一衬底 200 上的第一结构体 233a、233b 上, 并且在液晶层 208 的膜厚度方向上配置在第一共同电极层 231a、231b、231c 与第二共同电极层 232a、232b、232c 之间。另外, 在图 1A 至图 1C 的截面图中, 第一共同电极层 231a、231b、231c 及第二共同电极层 232a、232b、232c 与像素电极层设置为互相交错而不重叠。

[0061] 像素电极层 (包括 230a、230b)、第一共同电极层 (包括 231a、231b、231c)、以及第二共同电极层 (包括 232a、232b、232c) 由于是具有开口图案的形状而不是平板形状, 所以在截面图中表示为被分断的多个电极层。

[0062] 只要像素电极层配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间, 就也可以在结构体上形成第一共同电极层和第二共同电极层。图 1B 是在第一共同电极层 231a、231b、231c 下方设置第二结构体 234a、234b、234c 的例子。第二结构体 234a、234b、234c 设置为从第二衬底 201 的液晶层 208 一侧的面突出到液晶层 208 中。

[0063] 另外, 图 1C 是还在第二共同电极层 232a、232b、232c 下方设置第三结构体 235a、235b、235c 的例子。第三结构体 235a、235b、235c 设置为从第一衬底 200 的液晶层 208 一侧的面突出到液晶层 208 中。在此情况下, 像素电极层 230a、230b 及第二共同电极层 232a、232b、232c 形成在同一第一衬底 200 上, 并且形成在像素电极层 230a、230b 下方的第一结构体 233a、233b 高于形成在第二共同电极层下方的第三结构体 235a、235b、235c。像这样, 通过控制结构体的厚度 (高度) 或数目, 可以设定第一共同电极层、第二共同电极层、以及像素电极层在液晶层中的配置位置。

[0064] 在图 1A、图 1B、图 1C 的液晶显示装置中, 通过对像素电极层 (包括 230a、230b) 与第一共同电极层 (包括 231a、231b、231c) 及第二共同电极层 (包括 232a、232b、232c) 之间施加电场, 倾斜方向 (对衬底倾斜的方向) 的电场施加到液晶层 208 上, 所述像素电极层与第一共同电极层及第二共同电极层设置为夹着液晶且分别具有开口图案, 由此, 可以使用该电场控制液晶分子。另外, 由于像素电极层 230a、230b 在液晶层 208 的膜厚度方向上配置在第一共同电极层 231a、231b、231c 与第二共同电极层 232a、232b、232c 之间, 所以可以对液晶施加像素电极层 230a、230b 与第一共同电极层 231a、231b、231c 之间的电场、以及像素电极层 230a、230b 与第二共同电极层 232a、232b、232c 之间的电场, 而可以在整个液晶层中形成电场。

[0065] 例如,在图 1A、图 1B、图 1C 中,由箭头 202a 表示的倾斜方向的电场施加到像素电极层 230a 和第一共同电极层 231a 之间,由箭头 202b 表示的倾斜方向的电场施加到像素电极层 230a 和第一共同电极层 231b 之间,由箭头 202c 表示的倾斜方向的电场施加到像素电极层 230a 和第二共同电极层 232a 之间,并且由箭头 202d 表示的倾斜方向的电场施加到像素电极层 230a 和第二共同电极层 232b 之间。

[0066] 图 19B、图 20B、图 21B、图 22B 和图 23B 示出液晶显示装置中的电场的施加状态的计算结果。图 19A、图 20A、图 21A、图 22A 和图 23A 是示出所计算的液晶显示装置的结构图。使用日本 Shintec 株式会社制造的 LCD Master、2s Bench 进行计算,并且作为结构体(第一结构体 233a、第二结构体 234a、234b、第三结构体)使用介电常数为 4 的绝缘体。另外,在截面上,像素电极层 230a、像素电极层 802、第一共同电极层 231a 和 231b、第二共同电极层 232a 和 232b、以及共同电极层 803a 和 803b 的每个宽度都为 $4\mu\text{m}$ 、厚度都为 $0.5\mu\text{m}$,并且在与衬底水平方向上像素电极层 230a 与第一共同电极层 231a、231b 及第二共同电极层 232a、232b 之间的距离以及在与衬底水平方向上像素电极层 802 与共同电极层 803a、803b 之间的距离都为 $6\mu\text{m}$,并且液晶层的厚度为 $10\mu\text{m}$ 。另外,将施加到共同电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层的电压设定为 0V,并且将施加到像素电极层的电压设定为 10V。

[0067] 图 19A 和图 19B、图 20A 和图 20B、以及图 21A 和图 21B 及图 22A 和图 22B 是分别对应于图 1A、图 1B、以及图 1C 的计算结果。第一结构体 233a、第二结构体 234a、234b 的每一个的厚度(高度)都为 $3.75\mu\text{m}$ 。图 21A 和图 21B 是第三结构体 235a、235b 与第二结构体 234a、234b 的厚度同为 $3.75\mu\text{m}$ 的例子,而图 22A 和图 22B 是在图 1C 中第三结构体 235a、235b 的厚度为 $1.75\mu\text{m}$,即比第二结构体 234a、234b 的厚度($3.75\mu\text{m}$)薄的例子。另外,图 23A 和图 23B 是比较例子,具体来说是在第一衬底 800 和液晶层 808 之间交错设置共同电极层 803a、803b 和像素电极层 802 且由第二衬底 801 密封的例子。在图 19B 至图 23B 中,实线表示等势线(equipotential line),并且在以圆形扩展的等势线的中心配置有像素电极层或共同电极层(第一共同电极层、第二共同电极层)。

[0068] 由于电场以垂直于等势线的方式出现,所以如图 19B 至图 22B 所示那样可以确认在像素电极层和第一共同电极层之间、以及像素电极层和第二共同电极层之间施加有倾斜方向的电场。另外,如图 21B、图 22B 那样,即使当采用在第一共同电极层 231a、231b、以及第二共同电极层 232a、232b 下方设置第二结构体 234a、234b、以及第三结构体 235a、235b 的结构时,电位线也绕成圆形,因此电场形成在整个液晶层。

[0069] 另一方面,在图 23B 中,在交错形成有像素电极层 802、共同电极层 803a、803b 的第一衬底 800 附近的液晶层上可以看到等势线且形成有电场,但是随着逐渐接近第二衬底 801,观察不到电位线的分布并且也不产生电位差。因此,可以确认电场不形成在第二衬底 801 附近的液晶层 808,并且当采用图 23A、图 23B 的结构时难以使液晶层中的所有的液晶分子响应。

[0070] 通过使设置在结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0071] 在液晶显示装置中,由于白透过率由施加电压时产生的液晶的双折射和液晶层的

厚度的乘积而决定,因此,即使在将液晶层的厚度形成得较厚的情况下,也可以使整个液晶层中的液晶分子响应。

[0072] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率(黑显示时的光透过率)的比例,即对比度。

[0073] 结构体可以由使用绝缘材料(有机材料及无机材料)的绝缘体、以及使用导电材料(有机材料及无机材料)的导电体形成。典型地,优选使用可见光固化树脂、紫外线固化树脂、或热固化树脂。例如,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、氨基树脂等。另外,还可以使用导电树脂或金属材料形成。另外,结构体也可以采用多个薄膜的叠层结构。作为结构体的形状,可以采用柱状、锥形的尖端为平面且其截面为梯形的形状、以及锥形的尖端为圆形的圆顶形状等。此外,由于结构体只要是从衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的部分即可,因此也可以将层间膜加工为其液晶层一侧的表面具有凹凸形状来形成突出的结构体。因此,结构体也可以采用具有多个突出的凸部的连续膜。

[0074] 另外,形成在结构体上的像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层的形状反映所述结构体的形状,此外还受蚀刻加工方法的影响。图 24A 和图 24B 示出结构体及形成在该结构体上的像素电极层的形状的例子。注意,虽然图 24A 和图 24B 示出第一结构体和像素电极层作为例子,但是第二结构体和第一共同电极层、以及第三结构体和第二共同电极层也可以同样地采用各种各样的形状。

[0075] 图 24A 是在第一结构体 241a、241b 上分别形成像素电极层 240a、240b 的例子,并且图 24B 是在第一结构体 243a、243b 上分别形成像素电极层 242a、242b 的例子。第一结构体 241a、241b、243a、243b 是锥形的尖端为圆形的圆顶形状的结构体。设置在第一结构体 241a、241b 上的像素电极层 240a、240b 是以覆盖第一结构体 241a、241b 侧面的方式形成并且一部分与第一衬底 200 接触的例子。另一方面,设置在第一结构体 243a、243b 上的像素电极层 242a、242b 是只形成在第一结构体 243a、243b 的侧面上方部分的例子。像这样,像素电极层既可以为覆盖结构体侧面(整体或一部分)的形状,又可以具有不均匀的厚度以及厚度分布。在此情况下,由于液晶层中像素电极层具有存在于第一共同电极层和第二共同电极层之间的区域,所以可以在整个液晶层中形成像素电极层与第一共同电极层及第二共同电极层的倾斜电场。因此,像素电极层至少在液晶的厚度方向上的该像素电极层的最高的位置(像素电极层的上面)上配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间。

[0076] 作为形成液晶层 208 的方法,可以使用分配器法(滴落法)或在将第一衬底 200 和第二衬底 201 贴合之后利用毛细现象来注入液晶的注入法。

[0077] 液晶层 208 可以使用呈现蓝相的液晶材料。由于呈现蓝相的液晶材料的响应速度快,为 1msec 以下,可以进行高速响应,因此可以实现液晶显示装置的高性能化。

[0078] 作为呈现蓝相的液晶材料包括液晶和手性试剂。手性试剂用来使液晶取向为螺旋结构以呈现蓝相。例如,可以将混合有 5 重量%以上的手性试剂的液晶材料用于液晶层。

[0079] 液晶使用热致液晶、低分子液晶、高分子液晶、铁电性液晶、反铁电性液晶等。

[0080] 手性试剂使用与液晶的相溶性良好并且扭曲力(twisting power)强的材料。另外,优选使用 R 体和 S 体中的一方,而不使用 R 体和 S 体的比例为 50 : 50 的外消旋体(racemic body)。

[0081] 上述液晶材料根据条件呈现胆甾相、胆甾蓝相、近晶相、近晶蓝相、立方相、手性向列相、各向同性相等。

[0082] 蓝相的胆甾蓝相及近晶蓝相呈现于具有螺距 (helical pitch) 为 500nm 以下的相对较短的胆甾相或近晶相的液晶材料中。液晶材料的取向具有双重扭曲 (double twist) 结构。由于具有可见光的波长以下的序列, 因此液晶材料透明, 通过施加电压改变取向序列 (alignment order), 从而产生光学调制作用。因为蓝相在光学上具有各向同性, 所以没有视角依赖性, 不需要形成取向膜, 因此可以实现显示图像质量的提高及成本的缩减。

[0083] 另外, 由于蓝相仅呈现于较窄的温度范围内, 所以为了改善并扩大温度范围, 优选对液晶材料添加光固化树脂及光聚合引发剂并进行高分子稳定化处理。高分子稳定化处理通过对包含液晶、手性试剂、光固化树脂、以及光聚合引发剂的液晶材料照射能使光固化树脂及光聚合引发剂发生反应的波长的光来进行。该高分子稳定化处理既可以通过对呈现各向同性相的液晶材料照射光而进行, 又可以通过对由温度控制而呈现蓝相的液晶材料照射光而进行。例如, 在通过控制液晶层的温度并呈现有蓝相的状态下, 对液晶层照射光来进行高分子稳定化处理。但不局限于此, 还可以通过在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 +10℃ 以内, 优选在 +5℃ 以内的呈现各向同性相的状态下, 对液晶层照射光来进行高分子稳定化处理。蓝相和各向同性相之间的相转变温度是指当升温时从蓝相转变到各向同性相的温度、或者当降温时从各向同性相转变到蓝相的温度。作为高分子稳定化处理的一个例子, 可以将液晶层加热到其呈现各向同性相, 然后逐渐降温到转变为蓝相, 在保持呈现蓝相的温度的状态下对其照射光。此外, 还可以逐渐将液晶层加热到转变为各向同性相, 然后在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 +10℃ 以内, 优选在 +5℃ 以内的状态 (呈现各向同性相的状态) 下对其照射光。另外, 当将紫外线固化树脂 (UV 固化树脂) 用作液晶材料所包含的光固化树脂时, 对液晶层照射紫外线即可。另外, 即使在不呈现蓝相的情况下, 通过在蓝相和各向同性相之间的相转变温度的 +10℃ 以内, 优选在 +5℃ 以内的状态 (呈现各向同性相的状态) 下照射光来进行高分子稳定化处理, 可以获得 1msec 以下的较短的响应速度而实现高速响应。

[0084] 光固化树脂既可以使用如丙烯酸酯、甲基丙烯酸酯 (methacrylate) 等的单官能团单体 (monofunctional monomer), 又可以使用如二丙烯酸酯、三丙烯酸酯、二甲基丙烯酸酯、三甲基丙烯酸酯等的多官能团单体 (multifunctional monomer), 还可以使用上述物质的混合。另外, 光固化树脂也可以具有液晶性或非液晶性, 或者两者兼具。光固化树脂只要选择能够根据使用的光聚合引发剂的反应波长的光进行固化的树脂即可, 典型地可以使用紫外线固化树脂。

[0085] 作为光聚合引发剂, 可以使用: 由光的照射产生自由基的自由基聚合引发剂、产生酸的酸产生剂、以及产生碱的碱产生剂。

[0086] 具体地, 作为液晶材料可以使用 JC-1041XX (日本智索公司 (Chisso Corporation) 制造) 与 4-氰基-4'-戊基联苯的混合物, 而作为手性试剂可以使用 ZLI-4572 (默克公司制造), 作为光固化树脂可以使用丙烯酸-2-乙基己酯 (2-ethylhexyl acrylate)、RM257 (默克公司制造)、三羟甲基丙烷三丙烯酸酯, 作为光聚合引发剂可以使用 2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮。

[0087] 另外, 虽然在图 1A 至图 1C 中未图示, 但是适当地设置偏振片、相位差板、抗反射膜

等的光学薄膜等。例如,也可以使用利用偏振片及相位差板的圆偏振。此外,也可以使用背光灯等作为光源。

[0088] 在本说明书中,当液晶显示装置是通过透过光源的光来进行显示的透过型的液晶显示装置(或半透过型的液晶显示装置)时,需要至少在像素区中使光透过。因此,存在于光透过的像素区中的第一衬底、第二衬底、绝缘膜、导电膜等的薄膜全部对可见光的波长区的光具有透光性。

[0089] 像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层优选具有透光性,但是由于具有开口图案,所以也可以使用金属膜等的非透光性材料。

[0090] 像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层可以使用铟锡氧化物(ITO)、将氧化锌(ZnO)混合到氧化铟中的IZO(铟锌氧化物)、将氧化硅(SiO₂)混合到氧化铟中的导电材料、有机铟、有机锡、含有氧化钨的铟氧化物、含有氧化钨的铟锌氧化物、含有氧化钛的铟氧化物、含有氧化钛的铟锡氧化物、或者选自钨(W)、钼(Mo)、锆(Zr)、铪(Hf)、钒(V)、铌(Nb)、钽(Ta)、铬(Cr)、钴(Co)、镍(Ni)、钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、铜(Cu)、银(Ag)等的金属、上述金属的合金、或上述金属的氮化物中的一种或多种来形成。

[0091] 作为第一衬底200及第二衬底201可以使用如硼硅酸钡玻璃或硼硅酸铝玻璃等的玻璃衬底、石英衬底或者塑料衬底等。

[0092] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0093] 实施方式2

[0094] 在本说明书中公开的发明可以用于无源矩阵型的液晶显示装置和有源矩阵型的液晶显示装置的双方。参照图2A和图2B、图8A至图8D、以及图18A和图18B说明有源矩阵型的液晶显示装置的例子。

[0095] 图2A是液晶显示装置的平面图,并且表示一个像素。图2B是沿着图2A的线X1-X2的截面图。

[0096] 在图2A中,多个源极布线层(包括布线层405a)以互相平行(在图中,在上下方向上延伸)且互相分离的状态配置。多个栅极布线层(包括栅电极层401)配置为在与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸且彼此分离。电容布线层408配置在与多个栅极布线层的每一个相邻的位置,并在大致平行于栅极布线层的方向,即,与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸。由源极布线层、电容布线层408及栅极布线层围绕为大致矩形的空间,并且在该空间中隔着液晶层444配置有液晶显示装置的像素电极层、第一共同布线层、以及第二共同电极层。驱动像素电极层的薄膜晶体管420配置在图中的左上角。多个像素电极层及薄膜晶体管配置为矩阵状。

[0097] 在图2A和图2B的液晶显示装置中,电连接到薄膜晶体管420的第一电极层447用作像素电极层,第二电极层446用作第一共同电极层,并且第三电极层448用作第二共同电极层。另外,由第一电极层447和电容布线层408形成电容器。第一共同电极层和第二共同电极层虽然可以以浮动状态(电独立的状态)工作,但也可以设定为固定电位,优选为共同电位(作为数据发送的图像信号的中间电位)附近的不发生闪烁(flicker)的电平。另外,第一共同电极层和第二共同电极层优选为相同的电位。

[0098] 像素电极层的第一电极层447形成在设置为从第一衬底441(也称为元件衬底)上的层间膜413的液晶层444一侧的面突出到液晶层444中的第一结构体449上,并且像

素电极层的第一电极层 447 在液晶层 444 的膜厚度方向上配置在第一共同电极层的第二电极层 446 和第二共同电极层的第三电极层 448 之间。此外,在图 2A 和图 2B 的截面图中,第一电极层 447 与第二电极层 446 及第三电极层 448 设置为互相交错而不重叠。当第二电极层 446 及第三电极层 448 至少在像素区域中具有相同的形状且配置为隔着液晶层 444 重叠时,不会使像素的开口率降低,所以这是优选的。

[0099] 第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448 不是平板形状,而具有各种开口图案,包括弯曲部分或分叉的梳齿状。

[0100] 只要第一电极层 447 配置在第二电极层 446 和第三电极层 448 之间,就也可以如实施方式 1 所示那样在设置为突出到液晶层中的结构体上形成第二电极层 446 和第三电极层 448。

[0101] 通过对具有开口图案且以夹着液晶的方式设置的第一电极层 447 与第二电极层 446 及第三电极层 448 之间施加电场,倾斜方向(对衬底倾斜的方向)的电场施加到液晶层 444 上,由此可以使用该电场控制液晶分子。另外,由于第一电极层 447 在液晶层 444 的膜厚度方向上配置在第二电极层 446 和第三电极层 448 之间,所以可以对液晶施加第一电极层 447 和第二电极层 446 之间的电场、以及第一电极层 447 和第三电极层 448 之间的电场,而可以在整个液晶层 444 中形成电场。

[0102] 因此,通过形成在整个液晶层 444 中的倾斜电场,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率(黑显示时的光透过率)的比例,即对比度。

[0103] 结构体可以由使用绝缘材料(有机材料及无机材料)的绝缘体、以及使用导电材料(有机材料及无机材料)的导电体形成。典型地,优选使用可见光固化树脂、紫外线固化树脂、或热固化树脂。例如,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂、氨基树脂等。另外,还可以使用导电树脂或金属材料形成。另外,结构体也可以采用多个薄膜的叠层结构。作为结构体的形状,可以采用柱状、锥形的尖端为平面且其截面为梯形的形状、锥形的尖端为圆形的圆顶形状等。此外,由于结构体只要是从衬底的液晶层一侧的面突出到液晶层中的部分即可,因此,也可以将层间膜加工为其液晶层一侧的表面具有凹凸形状来形成突出的结构体。因此,结构体也可以采用具有多个突出的凸部的连续膜。

[0104] 结构体的形成方法没有特别的限制,可以根据其材料使用如蒸镀法、溅射法、CVD 法等的干式法,或如旋转涂敷、浸渍、喷涂、液滴喷射法(喷墨法)、纳米压印、各种印刷法(丝网印刷、胶版印刷)等的湿式法,并根据需要通过蚀刻法(干蚀刻或湿蚀刻)加工成所希望的图案。

[0105] 如图 2B 那样,当形成有第一电极层 447 的结构体 449 是其端部具有曲率的锥形形状时,第一电极层 447 的覆盖性得到提高,所以这是优选的。虽然在本实施方式中的第一电极层 447 是与薄膜晶体管 420 的布线层 405b 接触且连续形成到结构体 449 上的例子,但是也可以形成与布线层 405b 接触的电极层且隔着该电极层形成第一电极层 447。

[0106] 另外,在以覆盖薄膜晶体管的方式形成层间膜且在该层间膜上形成结构体的情况下,也可以在通过蚀刻加工形成结构体之后,在层间膜中形成用来接触薄膜晶体管的接触孔。另外,图 2A 和图 2B 示出在层间膜及成为结构体的绝缘膜中形成接触孔之后,对绝缘膜进行蚀刻加工来形成结构体的例子。

[0107] 图 8A 至图 8D 示出第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448 的其他例子。虽然在图中省略,但是在第一电极层 447 和第二电极层 446 之间夹持液晶层 444,并且第二共同电极层的第三电极层 448 配置为与第一共同电极层的第二电极层 446 对置。如图 8A 至图 8D 的俯视图所示,第一电极层 447a 至 447d 和第二电极层 446a 至 446d 互相交替地形成,在图 8A 中第一电极层 447a 及第二电极层 446a 为具有起伏的波浪形状,在图 8B 中第一电极层 447b 及第二电极层 446b 为具有同心圆状的开口部的形状,在图 8C 中第一电极层 447c 及第二电极层 446c 为梳齿状且一部分为彼此层叠的形状,在图 8D 中第一电极层 447d 及第二电极层 446d 为梳齿状且电极彼此啮合的形状。

[0108] 另外,如图 8A 至图 8C 所示,当第一电极层 447a、447b、447c 与第三电极层 448a、448b、448c 重叠时,在第一电极层 447 和第三电极层 448 之间形成绝缘膜,并在不同的膜上形成第一电极层 447 和第三电极层 448。

[0109] 在图 18A 和图 18B 中的液晶显示装置中,如图 18B 的截面图所示,像素电极层的第一电极层 447 和第二共同电极层的第三电极层 448 设置在不同的膜上(不同的层上)。

[0110] 在图 18A 和图 18B 中,第二共同电极层的第三电极层 448 形成在层间膜 413 上,在第三电极层 448 上层叠有绝缘膜 416,并且在绝缘膜 416 上形成有像素电极层的第一电极层 447。另外,在图 18A 和图 18B 中,由第一电极层和共同布线层形成电容。

[0111] 薄膜晶体管 420 是反交错型薄膜晶体管,在具有绝缘表面的衬底的第一衬底 441 上包括:栅极电极层 401、栅极绝缘层 402、半导体层 403、用作源区或漏区的 n^+ 层 404a、404b 以及用作源电极层或漏电极层的布线层 405a、405b。 n^+ 层 404a、404b 是其电阻比半导体层 403 低的半导体层。

[0112] 以覆盖薄膜晶体管 420 的方式设置与半导体层 403 接触的绝缘膜 407。在绝缘膜 407 上设置层间膜 413,在层间膜 413 上形成第一电极层 447,并且隔着液晶层 444 形成第二电极层 446。

[0113] 可以在液晶显示装置中设置用作彩色滤光层的着色层。彩色滤光层既可以设置在第一衬底 441 和第二衬底 442 的外侧(与液晶层 444 相反一侧),又可以设置在第一衬底 441 和第二衬底 442 的内侧。

[0114] 彩色滤光片在液晶显示装置进行全彩色显示的情况下使用呈现红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的材料形成即可,在进行单色显示的情况下不设置着色层或者使用至少呈现一种颜色的材料形成即可。另外,当在背光灯装置中配置 RGB 的发光二极管(LED)等,并且采用通过时间分割进行彩色显示的继时加法混色法(field sequential method:场序制方法)时,有时不设置彩色滤光片。

[0115] 图 2A 和图 2B 中的液晶显示装置是作为层间膜 413 使用用作彩色滤光层的彩色的透光树脂层 417 的例子。

[0116] 虽然当在对置衬底一侧设置彩色滤光层时,难以与形成有薄膜晶体管的元件衬底进行准确的像素区的对准而有可能导致图像质量下降,但通过将层间膜作为彩色滤光层直接形成在元件衬底一侧可以更精确地控制形成区,并能够对应微细的图案的像素。此外,由于使用同一绝缘层兼作层间膜和彩色滤光层,所以工序简化而可以以更低成本制造液晶显示装置。

[0117] 作为彩色的透光树脂,可以使用感光性或非感光性有机树脂。当使用感光性有机

树脂层时,可以缩减抗蚀剂掩模数,从而简化工序,所以是优选的。另外由于形成在层间膜中的接触孔也成为具有曲率的开口形状,所以也可以提高形成在接触孔中的电极层等的膜的覆盖性。

[0118] 彩色是指除了黑、灰、白等的无彩色之外的颜色,为了将着色层用作彩色滤光片,使用只透过被着色的彩色的光(即所谓的光)的材料来形成着色层。至于彩色,可以使用红色、绿色、蓝色等。另外,还可以使用蓝绿色、紫红色、黄色等。只透过被着色的彩色的光意味着:在着色层中透过的光在其彩色的光的波长中具有峰值。

[0119] 因为使彩色的透光树脂层 417 用作着色层(彩色滤光片),所以可以考虑所包含的着色材料的浓度与光的透过率的关系以适当地控制最适合的膜厚度。当使用多个薄膜的叠层形成层间膜 413 时,只要至少有一个层是彩色的透光树脂层,就可以起到作为彩色滤光片的功能。

[0120] 当根据彩色的颜色而彩色的透光树脂层的厚度不同或者具有起因于遮光层、薄膜晶体管的凹凸时,可以层叠能够透过可见光区的波长的光(即所谓的无色透明)的绝缘层,以使层间膜表面平坦化。通过提高层间膜的平坦性,形成在其上的像素电极层或第二共同电极层的覆盖性得到提高,并可以使液晶层的间隙(厚度)均匀,由此可以进一步地提高液晶显示装置的清晰度而实现高图像质量化。

[0121] 对层间膜 413(彩色的透光树脂层 417)的形成方法没有特别的限制,可以根据其材料使用旋转涂敷、浸渍、喷涂、液滴喷射法(喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)、刮刀、辊涂机、幕涂机、刮刀涂布机等来形成。

[0122] 在第一电极层 447 及第三电极层 448 上设置有液晶层 444,并且由形成有第二电极层 446 的对置衬底的第二衬底 442 密封。

[0123] 第一衬底 441 及第二衬底 442 是透光衬底,并且在它们的外侧(与液晶层 444 相反一侧)分别设置有偏振片 443a 及 443b。

[0124] 使用图 7A 至图 7D 说明图 2A 和图 2B 所示的液晶显示装置的制造工序。图 7A 至图 7D 是液晶显示装置的制造工序的截面图。另外,在图 7A 至图 7D 中省略所包括的像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层。作为像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层,可以使用图 2A 和图 2B 所示的结构,并且可以采用通过在液晶层中将结构体上的像素电极层配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间而产生的倾斜电场模式。

[0125] 在图 7A 中,在元件衬底的第一衬底 441 上形成有元件层 451,并且在元件层 451 上形成有层间膜 413。

[0126] 层间膜 413 包括彩色的透光树脂层 454a、454b、454c 及遮光层 455a、455b、455c、455d,其中彩色的透光树脂层 454a、454b、454c 分别形成在遮光层 455a 与 455b 之间、455b 与 455c 之间、455c 与 455d 之间。另外,在图 7A 至图 7D 中省略所包括的像素电极层、第一共同电极层、以及第二电极层。

[0127] 如图 7B 所示,将第一衬底 441 与对置衬底的第二衬底 442 以其之间夹着液晶层 458 的方式用密封剂 456a、456b 固定。作为形成液晶层 458 的方法,可以使用分配器法(滴落法)或在将第一衬底 441 和第二衬底 442 贴合之后利用毛细现象来注入液晶的注入法。

[0128] 液晶层 458 可以使用呈现蓝相的液晶材料。液晶层 458 通过使用包含液晶、手性试剂、光固化树脂以及光聚合引发剂的液晶材料形成。

[0129] 作为密封剂 456a、456b,通常优选使用可见光固化树脂、紫外线固化树脂或者热固化树脂。典型地,可以使用丙烯酸树脂、环氧树脂或氨基树脂等。另外,密封剂 456a、456b 还可以含有光(典型的是紫外线)聚合引发剂、热固化剂、填充物、耦合剂。

[0130] 如图 7C 所示,对液晶层 458 照射光 457 进行高分子稳定化处理来形成液晶层 444。作为光 457 采用液晶层 458 所包含的光固化树脂及光聚合引发剂起反应的波长的光。通过利用该光照射的高分子稳定化处理,可以改善并扩大液晶层 444 呈现蓝相的温度范围。

[0131] 当使用如紫外线固化树脂等的光固化树脂作为密封剂并利用滴落法形成液晶层时,还可以通过高分子稳定化处理的光照射工序进行密封剂的固化。

[0132] 如图 7A 至图 7D 那样,当液晶显示装置采用将彩色滤光层和遮光层形成在元件衬底上的结构时,由于由对置衬底一侧射入的光不会被彩色滤光层和遮光层吸收或遮断,所以可以对整个液晶层进行均匀的照射。由此,可以防止因为光聚合的不均匀而引起的液晶的取向混乱及由此带来的显示不均匀等。此外,也可以由遮光层进行薄膜晶体管的遮光,所以可以防止在光照射中的电特性的缺陷。

[0133] 如图 7D 所示,在第一衬底 441 的外侧(与液晶层 444 相反一侧)上设置偏振片 443a,而在第二衬底 442 的外侧(与液晶层 444 相反一侧)上设置偏振片 443b。另外,除了设置偏振片之外还可以设置相位差板、抗反射膜等的光学薄膜等。例如,可以使用利用偏振片及相位差板的圆偏振。根据上述工序可以完成液晶显示装置。

[0134] 另外,当使用大型的衬底制造多个液晶显示装置(即,将一个衬底分割成多个面板)时,可以在进行高分子稳定化处理之前或者在设置偏振片之前进行分割步骤。考虑到分割步骤对液晶层的影响(由于进行分割步骤时的施力等而引起的取向混乱等),优选在进行完第一衬底和第二衬底的贴合之后且在进行高分子稳定化处理之前进行分割步骤。

[0135] 虽然未图示,但是可以使用背光灯、侧光灯等作为光源。光源以从元件衬底的第一衬底 441 一侧向可视侧的第二衬底 442 透过的方式进行照射。

[0136] 作为第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448,可以使用具有透光性的导电材料诸如包含氧化钨的铟氧化物、包含氧化钨的铟锌氧化物、包含氧化钛的铟氧化物、包含氧化钛的铟锡氧化物、铟锡氧化物(下面表示为 ITO)、铟锌氧化物、添加有氧化硅的铟锡氧化物等。

[0137] 此外,第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448 可以使用选自钨(W)、钼(Mo)、锆(Zr)、铪(Hf)、钒(V)、铌(Nb)、钽(Ta)、铬(Cr)、钴(Co)、镍(Ni)、钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、铜(Cu)、以及银(Ag)等的金属、或上述金属的合金、或上述金属的氮化物中的一种或多种来形成。

[0138] 此外,第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448 可以使用包含导电高分子(也称为导电聚合物)的导电混合物形成。使用导电混合物形成的像素电极的表面电阻优选为 $10000\ \Omega/\square$ 以下,并且其波长为 550nm 时的透光率优选为 70% 以上。另外,导电混合物所包含的导电高分子的电阻率优选为 $0.1\ \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。

[0139] 作为导电高分子,可以使用所谓的 π 电子共轭类导电高分子。例如,可以举出聚苯胺或其衍生物、聚吡咯或其衍生物、聚噻吩或其衍生物、或者上述材料中的两种以上的共聚物等。

[0140] 还可以将成为基底膜的绝缘膜设置在第一衬底 441 和栅电极层 401 之间。基底膜

具有防止杂质元素从第一衬底 441 扩散的作用,可以由选自氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、或氧氮化硅膜中的一种或多种膜的叠层结构来形成。栅电极层 401 可以通过使用钼、钛、铬、钽、钨、铝、铜、钕、钐等的金属材料或以这些金属材料为主要成分的合金材料的单层或叠层来形成。通过将具有遮光性的导电膜用于栅电极层 401,可以防止来自背光灯的光(从第一衬底 441 入射的光)入射到半导体层 403。

[0141] 例如,作为栅电极层 401 的两层叠层结构,优选采用:在铝层上层叠钼层的两层叠层结构;在铜层上层叠钼层的两层结构;在铜层上层叠氮化钛层或氮化钽层的两层结构;或者层叠氮化钛层和钼层的两层结构。作为三层叠层结构,优选采用层叠钨层或氮化钨层、铝和硅的合金或铝和钛的合金层、以及氮化钛层或钛层的叠层结构。

[0142] 可以通过利用等离子体 CVD 法或溅射法等并使用氧化硅层、氮化硅层、氧氮化硅层或氮氧化硅层的单层或叠层来形成栅极绝缘层 402。另外,作为栅极绝缘层 402,还可以通过使用有机硅烷气体的 CVD 法形成氧化硅层。作为有机硅烷气体,可以使用含有硅的化合物,如四乙氧基硅烷 (TEOS:化学式为 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)、四甲基硅烷 (TMS:化学式为 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$)、四甲基环四硅氧烷 (TMCTS)、八甲基环四硅氧烷 (OMCTS)、六甲基二硅氮烷 (HMDS)、三乙氧基硅烷 ($\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$)、三(二甲氨基)硅烷 ($\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$) 等。

[0143] 在半导体层、 n^+ 层、布线层的制造工序中,采用蚀刻工序以将薄膜加工成所希望的形状。作为蚀刻工序,可以使用干蚀刻或湿蚀刻。

[0144] 作为用于干蚀刻的蚀刻装置,可以采用使用反应离子刻蚀法 (RIE 法) 的蚀刻装置、使用 ECR(电子回旋共振)或 ICP(感应耦合等离子体)等高密度等离子体源的干蚀刻装置。另外,作为与 ICP 蚀刻装置相比,容易获得在较广的面积上的均匀的放电的干蚀刻装置,可以举出 ECCP(增大电容耦合等离子体)模式的蚀刻装置,在该蚀刻装置中,使上部电极接地,将 13.56MHz 的高频电源连接到下部电极,并将 3.2MHz 的低频电源连接到下部电极。若采用该 ECCP 模式的蚀刻装置,就也可以对应例如使用第十代的超过 3m 尺寸的衬底作为衬底的情况。

[0145] 适当地调节蚀刻条件(施加到线圈型电极的电量、施加到衬底一侧的电极的电量、衬底一侧的电极温度等),以蚀刻成所希望的加工形状。

[0146] 根据材料而适当地调节蚀刻条件(蚀刻液、蚀刻时间、温度等),以蚀刻成所希望的加工形状。

[0147] 作为布线层 405a、405b 的材料,可以举出选自 Al、Cr、Ta、Ti、Mo、W 中的元素、或以上述元素为成分的合金、或组合上述元素的合金等。另外,在进行热处理的情况下,优选使导电膜具有承受该热处理的耐热性。例如,当仅采用 Al 单质时有耐热性很低并容易腐蚀等问题,所以将 Al 与耐热导电材料组合来形成。作为与 Al 组合的耐热导电材料,使用选自钛 (Ti)、钽 (Ta)、钨 (W)、钼 (Mo)、铬 (Cr)、钕 (Nd)、钐 (Sm) 中的元素、或以上述元素为成分的合金、或组合上述元素的合金或者以上述元素为成分的氮化物。

[0148] 可以在不接触于大气的情况下连续地形成栅极绝缘层 402、半导体层 403、 n^+ 层 404a、404b 以及布线层 405a、405b。通过不接触于大气地连续进行成膜,可以在不被大气成分或浮游在大气中的污染杂质元素污染的状态下形成各叠层界面,因此,可以降低薄膜晶体管的特性的不均匀性。

[0149] 另外,半导体层 403 仅被部分性地蚀刻,并具有槽部(凹部)。

[0150] 覆盖薄膜晶体管 420 的绝缘膜 407 可以使用利用干式法或湿式法形成的无机绝缘膜或有机绝缘膜。例如,可以使用利用 CVD 法或溅射法等形成的氮化硅膜、氧化硅膜、氧氮化硅膜、氧化铝膜、氧化钽膜等。另外,可以使用如聚酰亚胺、丙烯酸、苯并环丁烯、聚酰胺或环氧等有机材料。另外,除了使用上述有机材料之外,还可以使用低介电常数材料(low-k 材料)、硅氧烷类树脂、PSG(磷硅玻璃)、BPSG(硼磷硅玻璃)等。

[0151] 另外,硅氧烷类树脂相当于以硅氧烷类材料为起始材料而形成的包含 Si-O-Si 键的树脂。硅氧烷类树脂还可以使用有机基(例如烷基或芳基)或氟基作为取代基。此外,有机基也可以包括氟基团。硅氧烷类树脂通过涂敷法形成膜并通过焙烧而可以用作绝缘膜 407。

[0152] 另外,还可以通过层叠多个由这些材料形成的绝缘膜来形成绝缘膜 407。例如,还可以采用在无机绝缘膜上层叠有机树脂膜的结构。

[0153] 另外,通过使用由多级灰度掩模形成的具有多种(典型的是两种)厚度的区域的抗蚀剂掩模,可以缩减抗蚀剂掩模数,因而可以谋求工序的简化及低成本化。

[0154] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0155] 实施方式 3

[0156] 图 4A 和图 4B 示出在实施方式 2 中将彩色滤光片设置在夹持液晶层的衬底的外侧的例子。另外,与实施方式 1 及实施方式 2 相同的部分可以使用相同的材料及制造方法,而省略对同一部分或具有同样的功能的部分的详细说明。

[0157] 图 4A 为液晶显示装置的平面图并表示一个像素。图 4B 是沿着图 4A 的线 X1-X2 的截面图。

[0158] 在图 4A 的平面图中,与实施方式 2 同样,多个源极布线层(包括布线层 405a)以互相平行(在图中,在上下方向上延伸)且互相分离的状态配置。多个栅极布线层(包括栅电极层 401)配置为在与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸且彼此分离。电容布线层 408 配置在与多个栅极布线层的每一个相邻的位置,并在大致平行于栅极布线层的方向,即,与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸。由源极布线层、电容布线层 408 及栅极布线层围绕为大致矩形的空间,并且在该空间中隔着液晶层 444 配置有液晶显示装置的像素电极层、第一共同电极层以及第二共同电极层。驱动像素电极层的薄膜晶体管 420 配置在图中的左上角。多个像素电极层及薄膜晶体管配置为矩阵状。

[0159] 图 4A 和图 4B 示出如下例子:以覆盖薄膜晶体管 420 的方式形成层间膜 413,当在层间膜 413 上形成结构体 449 时通过蚀刻加工形成结构体 449,然后在层间膜 413 中以开口方式形成用来将在之后形成的第一电极 447 连接薄膜晶体管 420 的接触孔。像素电极层的第一电极层 447 以覆盖形成在层间膜 413 的接触孔及结构体 449 的方式连续形成。

[0160] 在图 4A 和图 4B 的液晶显示装置中,彩色滤光片 450 设置在第二衬底 442 和偏振片 443b 之间。像这样,也可以在夹持液晶层 444 的第一衬底 441 和第二衬底 442 的外侧设置彩色滤光片 450。

[0161] 图 17A 至图 17D 示出图 4A 和图 4B 的液晶显示装置的制造工序。

[0162] 另外,在图 17A 至图 17D 中省略所包括的像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层。作为像素电极层、第一共同电极层、以及第二共同电极层,可以使用实施方式 1 及实施方式 2 所示的结构,并且可以采用通过在液晶层中将以突出的方式设置的结构体上

的像素电极层配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间而产生的倾斜电场模式。

[0163] 如图 17A 所示,将第一衬底 441 与对置衬底的第二衬底 442 以其之间夹着液晶层 458 的方式用密封剂 456a、456b 固定。作为形成液晶层 458 的方法,可以使用分配器法(滴落法)或在将第一衬底 441 与第二衬底 442 贴合之后利用毛细现象来注入液晶的注入法。

[0164] 液晶层 458 可以使用呈现蓝相的液晶材料。液晶层 458 通过使用包含液晶、手性试剂、光固化树脂以及光聚合引发剂的液晶材料形成。

[0165] 如图 17B 所示,对液晶层 458 照射光 457 进行高分子稳定化处理来形成液晶层 444。作为光 457 采用液晶层 458 所包含的光固化树脂以及光聚合引发剂起反应的波长的光。通过利用该光照射的高分子稳定化处理,可以改善并扩大液晶层 458 呈现蓝相的温度范围。

[0166] 当使用如紫外线固化树脂等的光固化树脂作为密封剂并利用滴落法形成液晶层时,还可以通过高分子稳定化处理的光照射工序进行密封剂的固化。

[0167] 如图 17C 所示那样,在可视侧的第二衬底 442 一侧设置彩色滤光片 450。彩色滤光片 450 具有如下结构:在一对衬底 459a 和衬底 459b 之间包括用作彩色滤光层的彩色的透光树脂层 454a、454b、454c 及用作黑矩阵层的遮光层 455a、455b、455c、455d,并且彩色的透光树脂层 454a、454b、454c 分别形成在遮光层 455a 与 455b 之间、455b 与 455c 之间、455c 与 455d 之间。

[0168] 如图 17D 所示,在第一衬底 441 的外侧(与液晶层 444 相反一侧)上设置偏振片 443a,而在彩色滤光片 450 的外侧(与液晶层 444 相反一侧)上设置偏振片 443b。另外,除了设置偏振片之外还可以设置相位差板、抗反射膜等的光学薄膜等。例如,可以使用利用偏振片及相位差板的圆偏振。根据上述工序可以完成液晶显示装置。

[0169] 另外,当使用大型的衬底制造多个液晶显示装置(即,将一个衬底分割成多个面板)时,可以在进行高分子稳定化处理之前或者在设置偏振片之前进行分割步骤。考虑到分割步骤对液晶层的影响(由于进行分割步骤时的施力等而引起的取向混乱等),优选在进行完第一衬底与第二衬底的贴合之后且在进行高分子稳定化处理之前进行分割步骤。

[0170] 虽然未图示,但是可以使用背光灯、侧光灯等作为光源。光源以从元件衬底的第一衬底 441 一侧向可视侧的第二衬底 442 透过的方式进行照射。

[0171] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0172] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0173] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0174] 实施方式 4

[0175] 参照图 5A 和图 5B 对具有遮光层(黑矩阵)的液晶显示装置进行说明。

[0176] 图 5A 和图 5B 所示的液晶显示装置是在实施方式 2 的图 2A 和图 2B 所示的液晶显示装置中,在对置衬底的第二衬底 442 一侧还形成遮光层 414 的例子。所以,与实施方式 2 相同的部分可以使用相同的材料以及制造方法,而省略对同一部分或具有同样的功能的部

分的详细说明。

[0177] 图 5A 是液晶显示装置的平面图,图 5B 是沿着图 5A 的线 X1-X2 的截面图。另外,在图 5A 的平面图中仅对元件衬底一侧进行图示,而省略了对置衬底一侧的记载。

[0178] 在第二衬底 442 的液晶层 444 一侧形成有遮光层 414 及作为平坦化膜的绝缘层 415。遮光层 414 优选形成在隔着液晶层 444 对应于薄膜晶体管 420 的区域(与薄膜晶体管的半导体层重叠的区域)上。以遮光层 414 配置为覆盖薄膜晶体管 420 的至少半导体层 403 上方的方式,将第一衬底 441 和第二衬底 442 以夹着液晶层 444 的方式固定。

[0179] 遮光层 414 使用对光进行反射或吸收的具有遮光性的材料。例如,可以使用黑色的有机树脂,将颜料类的黑色树脂、碳黑、钛黑等混合到感光性或非感光性的聚酰亚胺等的树脂材料中形成即可。另外,还可以使用遮光性的金属膜,例如可以使用如铬、钼、镍、钛、钴、铜、钨或铝等。

[0180] 对遮光层 414 的形成方法没有特别的限制,可以根据其材料使用如蒸镀法、溅射法、CVD 法等的干式法、或如旋转涂敷、浸渍、喷涂、液滴喷射法(喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)等的湿式法,并根据需要通过蚀刻法(干蚀刻或湿蚀刻)加工成所希望的图案。

[0181] 绝缘层 415 也可以通过使用丙烯酸或聚酰亚胺等的有机树脂等并利用旋涂或各种印刷法等涂敷法来形成。

[0182] 如此,通过在对置衬底一侧还设置遮光层 414,可以进一步提高对比度以及提高薄膜晶体管的稳定性。由于遮光层 414 可以遮断向薄膜晶体管 420 的半导体层 403 的光的入射,从而防止由于半导体的光感度而引起的薄膜晶体管 420 的电特性的变动而使其电特性更稳定。另外,由于遮光层 414 还可以防止向相邻的像素的漏光,所以可以进行更高对比度以及高清晰的显示。由此,可以实现液晶显示装置的高清晰、高可靠性。

[0183] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0184] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0185] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0186] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0187] 实施方式 5

[0188] 参照图 6A 和图 6B 对具有遮光层(黑矩阵)的液晶显示装置进行说明。

[0189] 图 6A 和图 6B 所示的液晶显示装置是在实施方式 2 的图 2A 和图 2B 所示的液晶显示装置中在元件衬底的第一衬底 441 一侧形成遮光层 414 作为层间膜 413 的一部分的例子。所以,与实施方式 2 相同的部分可以使用相同的材料以及制造方法,而省略对同一部分或具有同样的功能的部分的详细说明。

[0190] 图 6A 是液晶显示装置的平面图,图 6B 是沿着图 6A 的线 X1-X2 的截面图。

[0191] 层间膜 413 包括遮光层 414 以及彩色的透光树脂层 417。遮光层 414 设置在元件衬底的第一衬底 441 一侧,并隔着绝缘膜 407 形成在薄膜晶体管 420 上(至少在覆盖薄膜晶体管的半导体层的区域),而用作半导体层的遮光层。另一方面,彩色的透光树脂层 417

形成在与第一电极层 447、第二电极层 446、以及第三电极层 448 重叠的区域中,而用作彩色滤光层。在图 6B 的液晶显示装置中,第三电极层 448 的一部分形成在遮光层 414 上,并在其上设置有液晶层 444。

[0192] 由于遮光层 414 用作层间膜,所以优选使用黑色的有机树脂。例如,将颜料类的黑色树脂、碳黑、钛黑等混合到感光性或非感光性的聚酰亚胺等的树脂材料中形成即可。至于遮光层 414 的形成方法,可以根据其材料使用如旋转涂敷、浸渍、喷涂、液滴喷射法(喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)等的湿式法,并根据需要通过蚀刻法(干蚀刻或湿蚀刻)加工成所希望的图案。

[0193] 如此,通过设置遮光层 414,遮光层 414 可以遮断向薄膜晶体管 420 的半导体层 403 的光的入射而不降低像素的开口率,从而可以防止薄膜晶体管 420 的电特性的变动而使其电特性更稳定。另外,由于遮光层 414 还可以防止向相邻的像素的漏光,所以可以进行更高对比度以及高清晰的显示。由此,可以实现液晶显示装置的高清晰、高可靠性。

[0194] 另外,彩色的透光树脂层 417 还可以用作彩色滤光层。虽然当在对置衬底一侧设置彩色滤光层时,存在难以与形成有薄膜晶体管的元件衬底进行准确的像素区的对准而导致图像质量下降的忧虑,但是通过将包括在层间膜中的彩色的透光树脂层 417 作为彩色滤光层直接形成在元件衬底一侧可以更精确地控制形成区,并能够对应微细的图案的像素。此外,由于使用同一绝缘层兼作层间膜和彩色滤光层,所以工序简化而可以以更低成本制造液晶显示装置。

[0195] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0196] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0197] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0198] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0199] 实施方式 6

[0200] 本实施方式示出实施方式 1 至实施方式 5 中可以用于液晶显示装置的薄膜晶体管的其他的例子。另外,与实施方式 2 至实施方式 5 相同的部分可以使用相同的材料以及制造方法,而省略对同一部分或具有同样的功能的部分的详细说明。

[0201] 图 10A 和图 10B 示出具有源电极层及漏电极层与半导体层不隔着 n+ 层地接触的结构薄膜晶体管的液晶显示装置的例子。

[0202] 图 10A 是液晶显示装置的平面图且表示一个像素。图 10B 是沿着图 10A 的线 V1-V2 的截面图。

[0203] 在图 10A 的平面图中,与实施方式 2 同样,多个源极布线层(包括布线层 405a)以互相平行(在图中,在上下方向上延伸)且互相分离的状态配置。多个栅极布线层(包括栅电极层 401)配置为在与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸且彼此分离。电容布线层 408 配置在与多个栅极布线层的每一个相邻的位置,并在大致平行于栅极布线层的方向,即,与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸。由源极布线

层、电容布线层 408 及栅极布线层围绕为大致矩形的空间,并且在该空间中配置有液晶显示装置的像素电极层、第一共同布线层以及第二共同电极层。驱动像素电极层的薄膜晶体管 422 配置在图中的左上角。多个像素电极层及薄膜晶体管配置为矩阵状。

[0204] 设置有薄膜晶体管 422、彩色的透光树脂层的层间膜 413、以及第一电极层 447 的第一衬底 441 与设置有第二电极层 446 的第二衬底 442 以中间夹着液晶层 444 的方式固定。

[0205] 薄膜晶体管 422 具有以下结构:用作源电极层及漏电极层的布线层 405a、405b 与半导体层 403 不隔着 n^+ 层地接触。

[0206] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0207] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。因此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0208] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0209] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0210] 实施方式 7

[0211] 参照图 9A 和图 9B 对实施方式 1 至实施方式 5 中可以用于液晶显示装置的薄膜晶体管的其他例子进行说明。

[0212] 图 9A 是液晶显示装置的平面图且表示一个像素。图 9B 是沿着图 9A 的线 Z1-Z2 的截面图。

[0213] 在图 9A 的平面图中,与实施方式 2 同样,多个源极布线层(包括布线层 405a)以互相平行(在图中,在上下方向上延伸)且互相分离的状态配置。多个栅极布线层(包括栅电极层 401)配置为在与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸且彼此分离。电容布线层 408 配置在与多个栅极布线层的每一个相邻的位置,并在大致平行于栅极布线层的方向,即,与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸。由源极布线层、电容布线层 408 及栅极布线层围绕为大致矩形的空间,并且在该空间中配置有液晶显示装置的像素电极层、第一共同布线层以及第二共同电极层。驱动像素电极层的薄膜晶体管 421 配置在图中的左上角。多个像素电极层及薄膜晶体管配置为矩阵状。

[0214] 设置有薄膜晶体管 421、彩色的透光树脂层的层间膜 413、以及第一电极层 447 的第一衬底 441 与设置有第二电极层 446 的第二衬底 442 以中间夹着液晶层 444 的方式固定。

[0215] 薄膜晶体管 421 为底栅型的薄膜晶体管,并且在具有绝缘表面的衬底的第一衬底 441 上包括:栅电极层 401、栅极绝缘层 402、用作源电极层或漏电极层的布线层 405a、405b、用作源区或漏区的 n^+ 层 404a、404b、以及半导体层 403。另外,覆盖薄膜晶体管 421 地设置有与半导体层 403 接触的绝缘膜 407。

[0216] 另外,也可以采用将 n^+ 层 404a、404b 设置在栅极绝缘层 402 与布线层 405a、405b 之间的结构。此外,也可以采用将 n^+ 层 404a、404b 设置在栅极绝缘层和布线层之间以及在布线层和半导体层之间的双方的结构。

[0217] 在薄膜晶体管 421 中,在包括薄膜晶体管 421 的所有区域中都存在栅极绝缘层 402,并且在栅极绝缘层 402 和具有绝缘表面的衬底的第一衬底 441 之间设置有栅电极层

401。在栅极绝缘层 402 上设置有布线层 405a、405b 及 n^+ 层 404a、404b。并且,在栅极绝缘层 402、布线层 405a、405b、以及 n^+ 层 404a、404b 上设置有半导体层 403。另外,虽然未图示,但是在栅极绝缘层 402 上,除了布线层 405a、405b 之外还具有布线层,并且该布线层延伸到半导体层 403 的外围部的外侧。

[0218] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0219] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。因此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0220] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0221] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0222] 实施方式 8

[0223] 本实施方式示出实施方式 2 至实施方式 5 中可以用于液晶显示装置的薄膜晶体管的其他例子。另外,与实施方式 2 至实施方式 5 相同的部分可以使用相同的材料以及制造方法,而省略对同一部分或具有同样的功能的部分的详细说明。

[0224] 图 11A 和图 11B 示出具有源电极层及漏电极层与半导体层不隔着 n^+ 层地接触的结构薄膜晶体管的液晶显示装置的例子。

[0225] 图 11A 是液晶显示装置的平面图且表示一个像素。图 11B 是沿着图 11A 的线 Y1-Y2 的截面图。

[0226] 在图 11A 的平面图中,与实施方式 2 同样,多个源极布线层(包括布线层 405a)以互相平行(在图中,在上下方向上延伸)且互相分离的状态配置。多个栅极布线层(包括栅电极层 401)配置为在与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸且彼此分离。电容布线层 408 配置在与多个栅极布线层的每一个相邻的位置,并在大致平行于栅极布线层的方向,即,与源极布线层大致正交的方向(图中,左右方向)上延伸。由源极布线层、电容布线层 408 及栅极布线层围绕为大致矩形的空间,并且在该空间中配置有液晶显示装置的像素电极层、第一共同布线层以及第二共同电极层。驱动像素电极层的薄膜晶体管 423 配置在图中的左上角。多个像素电极层及薄膜晶体管配置为矩阵状。

[0227] 设置有薄膜晶体管 423、彩色的透光树脂层的层间膜 413、以及第一电极层 447 的第一衬底 441 与设置有第二电极层 446 的第二衬底 442 以中间夹着液晶层 444 的方式固定。

[0228] 至于薄膜晶体管 423,在包括薄膜晶体管 423 的所有区域中都存在栅极绝缘层 402,并且在栅极绝缘层 402 和具有绝缘表面的衬底的第一衬底 441 之间设置有栅电极层 401。在栅极绝缘层 402 上设置有布线层 405a、405b。并且,在栅极绝缘层 402、布线层 405a、405b 上设置有半导体层 403。另外,虽然未图示,但是在栅极绝缘层 402 上,除了布线层 405a、405b 之外还具有布线层,并且该布线层延伸到半导体层 403 的外围部的外侧。

[0229] 通过使设置在形成为突出到液晶层中的结构体上且在液晶层中配置于第一共同电极层和第二共同电极层之间的像素电极层与设置于第二衬底上的第一共同电极层及设置于第一衬底上的第二共同电极层之间分别形成倾斜电场,可以在整个液晶层中形成倾斜电场。

[0230] 因此,可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应,从而白透过率得到提高。由此,还可以提高白透过率和黑透过率的比例,即对比度。

[0231] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的液晶显示装置的对比度。

[0232] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0233] 实施方式 9

[0234] 本实施方式示出在上述实施方式 1 至实施方式 8 中可以用于薄膜晶体管的半导体层的材料的例子。用于本说明书公开的液晶显示装置所具有的薄膜晶体管的半导体层的半导体材料没有特别的限制。

[0235] 作为形成半导体元件所具有的半导体层的材料,可以使用如下半导体:通过气相成长法或溅射法使用以硅烷及锗烷为代表的半导体材料气体来制造的非晶(下面,也称为“AS”)半导体;利用光能或热能来使该非晶半导体晶化的多晶半导体;或者微晶(也称为半非晶或微结晶。下面,也称为“SAS”)半导体等。可以通过溅射法、LPCVD 法或等离子体 CVD 法等形式形成半导体层。

[0236] 在考虑到吉布斯自由能时,微晶半导体膜属于位于非晶和单晶的中间的准稳定状态。就是说,微晶半导体膜是具有自由能方面稳定的第三状态的半导体并具有短程序列及晶格应变。柱状或针状结晶在相对于衬底表面的法线方向上成长。微晶半导体的典型例子的微晶硅的拉曼光谱转移到比表示单晶硅的 520cm^{-1} 低的波数一侧。即,微晶硅的拉曼光谱的峰值位于表示单晶硅的 520cm^{-1} 和表示非晶硅的 480cm^{-1} 之间。此外,包含至少 1 原子%或其以上的氢或卤素,以饱和悬空键(dangling bond)。再者,通过使微晶半导体膜包含氦、氙、氪、氡等的稀有气体元素而进一步促进晶格应变,可以获得稳定性提高的优质的微晶半导体膜。

[0237] 该微晶半导体膜可以使用频率为几十 MHz 至几百 MHz 的高频等离子体 CVD 装置或频率为 1GHz 以上的微波等离子体 CVD 装置形成。例如,可以使用氢稀释 SiH_4 、 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 等的氢化硅来形成微晶半导体膜。在氢化硅及氢的基础上,还可以使用选自氦、氙、氪、氡中的一种或多种稀有气体元素来稀释,以形成微晶半导体膜。将氢的流量比设定为此时的氢化硅的流量的 5 倍以上 200 倍以下,优选设定为 50 倍以上 150 倍以下,更优选设定为 100 倍。

[0238] 作为非晶半导体,例如可举出氢化非晶硅等。作为结晶半导体,例如可举出多晶硅等。多晶硅包括如下多晶硅:以通过 800°C 以上的工艺温度形成的多晶硅为主要材料的所谓的高温多晶硅;以通过 600°C 以下的工艺温度形成的多晶硅为主要材料的所谓的低温多晶硅;以及使用促进晶化的元素等使非晶硅晶化的多晶硅等。当然,如上所述,也可以使用微晶半导体或在半导体层的一部分中包括结晶相的半导体。

[0239] 另外,作为半导体层的材料,除了硅(Si)、锗(Ge)等的单体之外,还可以使用化合物半导体如 GaAs、InP、SiC、ZnSe、GaN、SiGe 等。

[0240] 在将结晶半导体膜用作半导体层的情况下,作为该结晶半导体膜的制造方法可以采用各种方法(激光晶化法、热晶化法、或使用促进晶化的元素如镍等的热晶化法等)。此外,也可以对作为 SAS 的微晶半导体进行激光照射来晶化,以提高其晶性。当不引入促进晶化的元素时,在将激光照射到非晶硅膜之前,该非晶硅膜在氮气氛下以 500°C 被加热一个小时,以使非晶硅膜中所包含的氢浓度被释放变成 $1 \times 10^{20}\text{atoms}/\text{cm}^3$ 以下。这是因为如下缘

故：当对包含大量氢的非晶硅膜进行激光照射时，非晶硅膜会被破坏。

[0241] 对于将金属元素引入到非晶半导体膜的方法没有特别的限制，只要能在非晶半导体膜的表面或其内部提供该金属元素即可，例如，可以使用溅射法、CVD 法、等离子体处理法（也包括等离子体 CVD 法）、吸收法、涂敷金属盐溶液的方法等。在上述方法中，使用溶液的方法较为简便并有易于调节金属元素浓度的优点。此外，为了改善非晶半导体膜表面的润湿性并使水溶液扩散到非晶半导体膜的整个表面上，优选通过在氧气氛中的 UV 光照射、热氧化法、使用包含羟自由基的臭氧水或过氧化氢溶液的处理等而形成氧化膜。

[0242] 此外，在使非晶半导体膜晶化来形成结晶半导体膜的晶化工序中，也可以向非晶半导体膜添加促进晶化的元素（也表示为催化剂元素或金属元素）并进行热处理（以 550℃至 750℃进行 3 分钟至 24 小时），以进行晶化。作为促进晶化的元素，可以使用选自铁 (Fe)、镍 (Ni)、钴 (Co)、钌 (Ru)、铑 (Rh)、钯 (Pd)、锇 (Os)、铱 (Ir)、铂 (Pt)、铜 (Cu)、以及金 (Au) 中的一种或多种。

[0243] 为了去除或减轻结晶半导体膜中的促进晶化的元素，以与结晶半导体膜接触的方式形成包含杂质元素的半导体膜，并且将该半导体膜用作吸杂部分 (gettering sink)。作为杂质元素，可使用赋予 n 型的杂质元素、赋予 p 型的杂质元素、稀有气体元素等，例如，可以使用选自磷 (P)、氮 (N)、砷 (As)、锑 (Sb)、铋 (Bi)、硼 (B)、氦 (He)、氖 (Ne)、氩 (Ar)、氪 (Kr)、氙 (Xe) 中的一种或多种。在包含促进晶化的元素的结晶半导体膜上形成包含稀有气体元素的半导体膜，并进行热处理（以 550℃至 750℃进行 3 分钟至 24 小时）。包含在结晶半导体膜中的促进晶化的元素移动到包含稀有气体元素的半导体膜中，以去除或减轻结晶半导体膜中的促进晶化的元素。然后，去除成为吸杂装置的包含稀有气体元素的半导体膜。

[0244] 作为非晶半导体膜的晶化，既可以组合利用热处理和激光照射的晶化，又可以分别进行多次的热处理或激光照射。

[0245] 此外，可以通过等离子体法直接在衬底上形成结晶半导体膜。另外，也可以通过等离子体法在衬底上选择性地形成结晶半导体膜。

[0246] 另外，可以将氧化物半导体用于半导体层。例如，可以使用氧化锌 (ZnO)、氧化锡 (SnO₂) 等。在将 ZnO 用于半导体层的情况下，优选使用 Y₂O₃、Al₂O₃、TiO₂、这些的叠层等作为栅极绝缘层，并且，优选使用 ITO、Au、Ti 等作为栅电极层、源电极层、漏电极层。此外，也可以对 ZnO 添加 In、Ga 等。

[0247] 作为氧化物半导体，可以使用以 InMO₃(ZnO)_m (m > 0) 表示的薄膜。另外，M 表示选自镓 (Ga)、铁 (Fe)、镍 (Ni)、锰 (Mn) 及钴 (Co) 中的一种金属元素或多种金属元素。例如，除了有 M 是 Ga 的情况以外，还有 M 包含 Ga 和 Ni 或者 Ga 和 Fe 等包含 Ga 以外的上述金属元素的情况。另外，在上述氧化物半导体中，除了包含作为 M 的金属元素之外，有时还包含作为杂质元素的 Fe、Ni 以及其他过渡金属或该过渡金属的氧化物。例如，可以使用 In-Ga-Zn-O 类非单晶膜作为氧化物半导体层。

[0248] 作为氧化物半导体层 (InMO₃(ZnO)_m (m > 0) 膜)，也可以使用 M 是其他金属元素的 InMO₃(ZnO)_m (m > 0) 膜而代替 In-Ga-Zn-O 类非单晶膜。

[0249] 当使用蓝相的液晶材料时，由于不需要对取向膜进行摩擦处理，因此可以防止由于摩擦处理而引起的静电放电 (electrostatic dischargedamage)，并可以降低制造工序中的液晶显示装置的不良及破损。从而，可以提高液晶显示装置的生产率。尤其是使用氧

化物半导体层的薄膜晶体管具有以下忧虑：由于静电的影响导致薄膜晶体管的电特性大幅变动而超过设计范围。由此，将蓝相的液晶材料用于具有使用氧化物半导体层的薄膜晶体管的液晶显示装置中更为有效。

[0250] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0251] 实施方式 10

[0252] 在本说明书中公开的发明可以用于无源矩阵型的液晶显示装置和有源矩阵型的液晶显示装置的双方。参照图 3A 和图 3B 说明无源矩阵型的液晶显示装置的例子。图 3A 示出液晶显示装置的俯视图，并且图 3B 示出沿着图 3A 的线 A-B 的截面图。另外，虽然在图 3A 中省略液晶层 1703、对置衬底的衬底 1710、偏振片 1714a 及 1714b 等而未对其进行图示，但是如图 3B 所示分别对其进行了设置。

[0253] 图 3A 和图 3B 示出设置有偏振片 1714a 的衬底 1700 和设置有偏振片 1714b 的衬底 1710 以夹持使用呈现蓝相的液晶材料的液晶层 1703 的方式而对置地配置的液晶显示装置。在衬底 1700 和液晶层 1703 之间设置有结构体 1707a、1707b、1707c、像素电极层 1701a、1701b、1701c、以及第二共同电极层 1706a、1706b、1706c，并且在衬底 1710 和液晶层 1703 之间形成有第一共同电极层 1705a、1705b、1705c。结构体 1707a、1707b、1707c 设置为从衬底 1700 的液晶层 1703 一侧的面突出到液晶层 1703 中。

[0254] 像素电极层 1701a、1701b、1701c、第一共同电极层 1705a、1705b、1705c、以及第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 是具有开口图案的形状，并且在液晶元件 1713 的像素区域中具有长方形的开口（槽缝）。

[0255] 第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 形成在衬底 1700 上，第一共同电极层 1705a、1705b、1705c 形成在衬底 1710 上，并且配置为隔着液晶层 1703 对置。当第一共同电极层 1705a、1705b、1705c 及第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 至少在像素区域中具有相同的形状且配置为隔着液晶层 1703 重叠时，不会使像素的开口率降低，所以这是优选的。

[0256] 像素电极层 1701a、1701b、1701c 形成在设置于衬底 1700 的液晶层 1703 一侧的面突出到液晶层 1703 中的结构体 1707a、1707b、1707c 上，并且在液晶层 1703 的膜厚度方向上配置在第一共同电极层 1705a、1705b、1705c 与第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 之间。

[0257] 只要像素电极层配置在第一共同电极层和第二共同电极层之间，就也可以如实施方式 1 所示那样向液晶层中突出地设置的结构体上形成第一共同电极层和第二共同电极层。

[0258] 像素电极层 1701a、1701b、1701c 设置在形成为突出到液晶层 1703 中的结构体 1707a、1707b、1707c 上且在液晶层 1703 中配置于第一共同电极层 1705a、1705b、1705c 与第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 之间。因此，通过在像素电极层 1701a、1701b、1701c 与设置于衬底 1710 上的第一共同电极层 1705a、1705b、1705c 之间以及在像素电极层 1701a、1701b、1701c 与设置于衬底 1700 上的第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 之间分别形成倾斜电场，可以在整个液晶层 1703 中形成倾斜电场。

[0259] 因此，可以使包括膜厚度方向在内的整个液晶层中的液晶分子响应，从而白透过率得到提高。由此，还可以提高白透过率和黑透过率的比例，即对比度。

[0260] 另外，可以设置用作彩色滤光片的着色层。彩色滤光片既可以设置在衬底 1700 和

衬底 1710 的相对于液晶层 1703 为内侧,又可以设置在衬底 1710 和偏振片 1714b 之间、或者在衬底 1700 和偏振片 1714a 之间。

[0261] 彩色滤光片在液晶显示装置进行全彩色显示的情况下使用呈现红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)的材料形成即可,在进行单色显示的情况下不设置着色层或者使用至少呈现一种颜色的材料形成即可。另外,当在背光灯装置中配置 RGB 的发光二极管(LED)等,并且采用通过时间分割进行彩色显示的继时加法混色法(field sequential method:场序制方法)时,有时不设置彩色滤光片。

[0262] 像素电极层 1701a、1701b、1701c、第一共同电极层 1705a、1705b、1705c、以及第二共同电极层 1706a、1706b、1706c 可以使用铟锡氧化物(ITO)、将氧化锌(ZnO)混合到氧化铟中的 IZO(铟锌氧化物)、将氧化硅(SiO₂)混合到氧化铟中的导电材料、有机铟、有机锡、含有氧化钨的铟氧化物、含有氧化钨的铟锌氧化物、含有氧化钛的铟氧化物、含有氧化钛的铟锡氧化物、或者选自钨(W)、钼(Mo)、锆(Zr)、铪(Hf)、钒(V)、铌(Nb)、钽(Ta)、铬(Cr)、钴(Co)、镍(Ni)、钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、铜(Cu)、以及银(Ag)等的金属、或上述金属的合金、或上述金属的氮化物中的一种或多种来形成。

[0263] 如上所述,可以提高使用呈现蓝相的液晶层的无源矩阵型的液晶显示装置的对比度。

[0264] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0265] 实施方式 11

[0266] 通过制造薄膜晶体管并将该薄膜晶体管用于像素部及驱动电路,可以制造具有显示功能的液晶显示装置。此外,可以通过将使用薄膜晶体管的驱动电路的一部分或整体一体形成在与像素部相同的衬底上来形成面板上系统(system-on-panel)。

[0267] 液晶显示装置包括作为显示元件的液晶元件(也称为液晶显示元件)。

[0268] 另外,液晶显示装置包括密封有显示元件的面板和在该面板中安装有包括控制器的 IC 等的模块。再者,在相当于制造该液晶显示装置的过程中的显示元件完成之前的一个方式的元件衬底中,多个像素的每一个分别具备用来将电流供给到显示元件的手段。具体而言,元件衬底既可以是只形成有显示元件的像素电极的状态,又可以是形成成为像素电极的导电膜之后且通过蚀刻形成像素电极之前的状态,可以采用所有方式。

[0269] 注意,本说明书中的液晶显示装置是指图像显示器件、显示器件、或光源(包括照明装置)。另外,液晶显示装置还包括安装有连接器诸如 FPC(Flexible Printed Circuit;柔性印刷电路)、TAB(Tape Automated Bonding;载带自动键合)带或 TCP(Tape Carrier Package;载带封装)的模块;将印刷线路板设置于 TAB 带或 TCP 端部的模块;通过 COG(Chip On Glass;玻璃上芯片)方式将 IC(集成电路)直接安装到显示元件上的模块。

[0270] 参照图 12A1、图 12A2 和图 12B,说明相当于液晶显示装置的一个方式的液晶显示面板的外观及截面。图 12A1 和图 12A2 是使用密封剂 4005 将形成在第一衬底 4001 上的薄膜晶体管 4010、4011、以及液晶元件 4013 密封在第二衬底 4006 与第一衬底 4001 之间的面板的俯视图,图 12B 相当于沿着图 12A1、图 12A2 的线 M-N 的截面图。

[0271] 以围绕设置在第一衬底 4001 上的像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 的方式设置有密封剂 4005。此外,在像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 上设置有第二衬底 4006。因此,像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 与液晶层 4008 一起由第一衬底 4001、密封材料

4005、以及第二衬底 4006 密封。

[0272] 此外,在图 12A1 中,在第一衬底 4001 上的与由密封材料 4005 围绕的区域不同的区域中安装有信号线驱动电路 4003,该信号线驱动电路 4003 使用单晶半导体膜或多晶半导体膜形成在另行准备的衬底上。另外,图 12A2 是使用形成在第一衬底 4001 上的薄膜晶体管形成信号线驱动电路的一部分的例子,其中在第一衬底 4001 上形成有信号线驱动电路 4003b,并且在另行准备的衬底上安装有由单晶半导体膜或多晶半导体膜形成的信号线驱动电路 4003a。

[0273] 另外,对于另行形成的驱动电路的连接方法没有特别的限制,而可以采用 COG 方法、引线键合方法或 TAB 方法等。图 12A1 是通过 COG 方法安装信号线驱动电路 4003 的例子,而图 12A2 是通过 TAB 方法安装信号线驱动电路 4003a 的例子。

[0274] 此外,设置在第一衬底 4001 上的像素部 4002 和扫描线驱动电路 4004 包括多个薄膜晶体管。在图 12B 中例示像素部 4002 所包括的薄膜晶体管 4010 和扫描线驱动电路 4004 所包括的薄膜晶体管 4011。在薄膜晶体管 4010、4011 上设置有绝缘层 4020 以及层间膜 4021。

[0275] 薄膜晶体管 4010、4011 可以使用实施方式 2 至实施方式 9 所示的薄膜晶体管。薄膜晶体管 4010、4011 为 n 沟道型薄膜晶体管。

[0276] 另外,在第一衬底 4001 上且在层间膜 4021 上设置为突出到液晶层 4008 中的第一结构体 4037 上形成有像素电极层 4030,并且像素电极层 4030 与薄膜晶体管 4010 电连接。在层间膜 4021 上还形成有第二共同电极层 4036。液晶元件 4013 包括像素电极层 4030、第一共同电极层 4031、第二共同电极层 4036、以及液晶层 4008。另外,第一衬底 4001、第二衬底 4006 的外侧分别设置有偏振片 4032、4033。第一共同电极层 4031 形成在第二衬底 4006 一侧且设置为突出到液晶层 4008 中的第二结构体 4038 上,并且像素电极层 4030 及第二共同电极层 4036 与第一共同电极层 4031 隔着液晶层 4008 层叠。

[0277] 另外,作为第一衬底 4001、第二衬底 4006 可以使用具有透光性的玻璃、塑料等。作为塑料,可以使用 FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics ;纤维增强塑料) 板、PVF (聚氟乙烯) 薄膜、聚酯薄膜或丙烯酸树脂薄膜。另外,也可以采用由 PVF 薄膜或聚酯薄膜夹有铝箔的薄片。

[0278] 另外,附图标记 4035 是通过选择性地蚀刻绝缘膜而得到的柱状间隔物,并且是为控制液晶层 4008 的厚度(单元间隙)而设置的。另外,还可以使用球状的间隔物。此外,使用液晶层 4008 的液晶显示装置优选将液晶层 4008 的厚度(单元间隔)设定为 $5\mu\text{m}$ 以上至 $20\mu\text{m}$ 左右。

[0279] 另外,虽然图 12A1、图 12A2 和图 12B 示出透过型液晶显示装置的例子,但也可以使用半透过型液晶显示装置。

[0280] 另外,在图 12A1、图 12A2 和图 12B 的液晶显示装置中,虽然示出在一对的衬底的外侧(可视侧)设置偏振片的例子,但也可以将偏振片设置在衬底的内侧。根据偏振片的材料或制造工序的条件适当地进行设定即可。另外,还可以设置用作黑矩阵的遮光层。

[0281] 层间膜 4021 为彩色的透光树脂层并用作颜色滤光片层。此外,还可以将层间膜 4021 的一部分用作遮光层。在图 12A1、图 12A2 和图 12B 中,遮光层 4034 以覆盖薄膜晶体管 4010、4011 上方的方式设置在第二衬底 4006 一侧。通过设置遮光层 4034 可以进一步地

提高对比度及提高薄膜晶体管的稳定性。

[0282] 薄膜晶体管还可以采用由用作其保护膜的绝缘层 4020 覆盖的结构,但并不限于此。

[0283] 另外,因为保护膜用来防止浮游在大气中的有机物、金属物、水蒸气等的污染杂质的侵入,所以优选采用致密的膜。使用溅射法并利用氧化硅膜、氮化硅膜、氧氮化硅膜、氮氧化硅膜、氧化铝膜、氮化铝膜、氧氮化铝膜或氮氧化铝膜的单层或叠层而形成保护膜,即可。

[0284] 另外,也可以在形成保护膜之后进行半导体层的退火(300℃至400℃)。

[0285] 另外,当形成具有透光性的绝缘层作为平坦化绝缘膜时,可以使用具有耐热性的有机材料如聚酰亚胺、丙烯酸树脂、苯并环丁烯、聚酰胺或环氧树脂等。另外,除了上述有机材料之外,还可以使用低介电常数材料(low-k材料)、硅氧烷基树脂、PSG(磷硅玻璃)、BPSG(硼磷硅玻璃)等。另外,也可以通过层叠多个由这些材料形成的绝缘膜,来形成绝缘层。

[0286] 对层叠的绝缘膜的形成方法没有特别的限制,而可以根据其材料利用溅射法、SOG法、旋涂、浸渍、喷涂、液滴喷射法(喷墨法、丝网印刷、胶版印刷等)、刮刀、辊涂机、幕涂机、刮刀涂布机等。在使用材料液形成绝缘层的情况下,也可以在在进行焙烧的工序中同时进行半导体层的退火(200℃至400℃)。通过兼作绝缘层的焙烧工序和半导体层的退火,可以高效地制造液晶显示装置。

[0287] 作为像素电极层 4030、第一共同电极层 4031、以及第二共同电极层 4036,可以使用具有透光性的导电材料诸如包含氧化钨的钨氧化物、包含氧化钨的钨锌氧化物、包含氧化钛的钨氧化物、包含氧化钛的钨锡氧化物、钨锡氧化物(下面表示为ITO)、钨锌氧化物、添加有氧化硅的钨锡氧化物等。

[0288] 此外,像素电极层 4030、第一共同电极层 4031、以及第二共同电极层 4036 可以使用选自钨(W)、钼(Mo)、锆(Zr)、铪(Hf)、钒(V)、铌(Nb)、钽(Ta)、铬(Cr)、钴(Co)、镍(Ni)、钛(Ti)、铂(Pt)、铝(Al)、铜(Cu)、以及银(Ag)等的金属、或上述金属的合金、或上述金属的氮化物中的一种或多种来形成。

[0289] 此外,像素电极层 4030、第一共同电极层 4031、以及第二共同电极层 4036 可以使用包含导电高分子(也称为导电聚合物)的导电混合物形成。

[0290] 此外,供给到另行形成的信号线驱动电路 4003、扫描线驱动电路 4004 或像素部 4002 的各种信号及电位是从 FPC4018 供给的。

[0291] 此外,因为薄膜晶体管容易由于静电等发生损坏,所以优选将栅极线或源极线与驱动电路保护用的保护电路设置在同一衬底上。保护电路优选使用非线性元件构成。

[0292] 在图 12A1、图 12A2 和图 12B 中,连接端子电极 4015 由与像素电极层 4030 相同的导电膜形成,且端子电极 4016 由与薄膜晶体管 4010、4011 的源电极层和漏电极层相同的导电膜形成。

[0293] 连接端子电极 4015 通过各向异性导电膜 4019 电连接到 FPC4018 所具有的端子。

[0294] 此外,虽然在图 12A1、图 12A2 以及图 12B 中示出另行形成信号线驱动电路 4003 并将它安装在第一衬底 4001 的例子,但是不局限于该结构。既可以另行形成扫描线驱动电路而安装,又可以另行仅形成信号线驱动电路的一部分或扫描线驱动电路的一部分而安装。

[0295] 图 16 示出作为本说明书所公开的液晶显示装置而构成液晶显示模块的一个例

子。

[0296] 图 16 是液晶显示模块的一个例子,利用密封材料 2602 固定元件衬底 2600 和对置衬底 2601,并在它们之间设置包括 TFT 等的元件层 2603、包括液晶层的显示元件 2604、包括用作彩色滤光片的彩色的透光树脂层的层间膜 2605 来形成显示区。在进行彩色显示时需要包括彩色的透光树脂层的层间膜 2605,并且当采用 RGB 方式时,对应于各像素设置有分别对应于红色、绿色、蓝色的彩色的透光树脂层。在元件衬底 2600 和对置衬底 2601 的外侧配置有偏振片 2606、偏振片 2607、漫射片 2613。光源由冷阴极管 2610 和反射板 2611 构成,电路衬底 2612 利用柔性线路板 2609 与元件衬底 2600 的布线电路部 2608 连接,并组装有控制电路或电源电路等的外部电路。作为光源还可以使用白色的二极管。此外,还可以在偏振片和液晶层之间夹有相位差板的状态下进行层叠。

[0297] 通过上述工序,可以制造可靠性高的液晶显示面板作为液晶显示装置。

[0298] 本实施方式可以与其他实施方式所记载的结构适当地组合而实施。

[0299] 实施方式 12

[0300] 本说明书所公开的液晶显示装置可以应用于各种电子设备(包括游戏机)。作为电子设备,例如可以举出电视装置(也称为电视或电视接收机)、用于计算机等的监视器、数码相机、数码摄像机、数码相框、移动电话机(也称为移动电话、移动电话装置)、便携式游戏机、便携式信息终端、声音再现装置、弹珠机等的大型游戏机等。

[0301] 图 13A 示出电视装置 9600 的一个例子。在电视装置 9600 中,框体 9601 组装有显示部 9603。利用显示部 9603 可以显示映像。此外,在此示出利用支架 9605 支撑框体 9601 的结构。

[0302] 可以通过利用框体 9601 所具备的操作开关、或另行提供的遥控操作机 9610 进行电视装置 9600 的操作。通过利用遥控操作机 9610 所具备的操作键 9609 可以进行频道及音量的操作,并可以对在显示部 9603 上显示的映像进行操作。此外,也可以采用在遥控操作机 9610 中设置显示从该遥控操作机 9610 输出的信息的显示部 9607 的结构。

[0303] 另外,电视装置 9600 采用具备接收机或调制解调器等结构。可以通过利用接收机接收一般的电视广播。再者通过调制解调器连接到有线或无线方式的通信网络,从而也可以进行单向(从发送者到接收者)或双向(在发送者和接收者之间或在接收者之间等)的信息通信。

[0304] 图 13B 示出数码相框 9700 的一个例子。例如,在数码相框 9700 中,框体 9701 组装有显示部 9703。显示部 9703 可以显示各种图像,例如通过显示使用数码相机等拍摄的图像数据,可以发挥与一般的相框同样的功能。

[0305] 另外,数码相框 9700 采用具备操作部、外部连接用端子(USB 端子、可以与 USB 电缆等的各种电缆连接的端子等)、记录介质插入部等的结构。这些结构也可以组装到与显示部同一个面,但是通过设置在侧面或背面上来提高设计性,所以是优选的。例如,可以对数码相框的记录介质插入部插入储存有使用数码相机拍摄的图像数据的存储器并提取图像数据,然后将所提取的图像数据显示在显示部 9703 上。

[0306] 此外,数码相框 9700 也可以采用以无线的方式收发信息的结构。还可以采用以无线的方式提取所希望的图像数据并进行显示的结构。

[0307] 图 14A 示出一种便携式游戏机,该便携式游戏机由框体 9881 和框体 9891 的两个

框体构成,并且通过连接部 9893 可以开闭地连接。框体 9881 安装有显示部 9882,并且框体 9891 安装有显示部 9883。另外,图 14A 所示的便携式游戏机还具备扬声器部 9884、记录介质插入部 9886、LED 灯 9890、输入单元(操作键 9885、连接端子 9887、传感器 9888(包括测定如下因素的功能:力量、位移、位置、速度、加速度、角速度、转动数、距离、光、液、磁性、温度、化学物质、声音、时间、硬度、电场、电流、电压、电力、辐射线、流量、湿度、倾斜度、振动、气味或红外线)、以及麦克风 9889)等。当然,便携式游戏机的结构不局限于上述结构,只要采用至少具备本说明书所公开的液晶显示装置的结构即可,且可以采用适当地设置有其它附属设备的结构。图 14A 所示的便携式游戏机具有如下功能:读出储存在记录介质中的程序或数据并将此显示在显示部上;或者通过与其他便携式游戏机进行无线通信而实现信息共享。另外,图 14A 所示的便携式游戏机所具有的功能不局限于此,而可以具有各种各样的功能。

[0308] 图 14B 示出大型游戏机的一种的自动投币机 9900 的一个例子。在自动投币机 9900 中,框体 9901 组装有显示部 9903。另外,自动投币机 9900 还具备如起动杆或停止开关等的操作单元、投币口、扬声器等。当然,自动投币机 9900 的结构不局限于此,只要采用至少具备本说明书所公开的液晶显示装置的结构即可,且可以采用适当地设置有其它附属设备的结构。

[0309] 图 15A 示出移动电话机 1000 的一个例子。移动电话机 1000 除了具备安装在框体 1001 中的显示部 1002 之外还具备操作按钮 1003、外部连接端口 1004、扬声器 1005、以及麦克风 1006 等。

[0310] 图 15A 所示的移动电话机 1000 可以用手指等触摸显示部 1002 来输入信息。此外,可以用手指等触摸显示部 1002 来打电话或制作电子邮件等的操作。

[0311] 显示部 1002 的画面主要有三种模式。第一是以图像的显示为主的显示模式,第二是以文字等的信息的输入为主的输入模式,第三是显示模式和输入模式的两种模式混合的显示+输入模式。

[0312] 例如,当打电话或制作电子邮件时,将显示部 1002 设定为以文字输入为主的文字输入模式,并进行在画面上显示的文字的输入操作,即可。在此情况下,优选的是,在显示部 1002 的大部分画面中显示键盘或号码按钮。

[0313] 此外,通过在移动电话机 1000 的内部设置具有陀螺仪、加速度传感器等检测倾斜度的传感器的检测装置,来判断移动电话机 1000 的方向(竖向还是横向),从而可对显示部 1002 的画面显示进行自动切换。

[0314] 通过触摸显示部 1002 或利用框体 1001 的操作按钮 1003 进行操作,切换画面模式。还可以根据显示在显示部 1002 上的图像种类切换画面模式。例如,当显示在显示部上的图像信号为动态图像的数据时,将画面模式切换成显示模式,而当显示在显示部上的图像信号为文字数据时,将画面模式切换成输入模式。

[0315] 另外,在输入模式中,通过检测出显示部 1002 的光传感器所检测的信号,当得知在一定期间中没有显示部 1002 的触摸操作输入时,也可以对画面模式进行控制,以便从输入模式切换成显示模式。

[0316] 还可以将显示部 1002 用作图像传感器。例如,通过用手掌或手指触摸显示部 1002,来拍摄掌纹、指纹等,而可以进行个人识别。此外,通过在显示部中使用发射近红外光

的背光灯或发射近红外光的感测光源,也可以拍摄手指静脉、手掌静脉等。

[0317] 图 15B 也是移动电话机的一个例子。图 15B 的移动电话机包括:在框体 9411 中具有显示部 9412 以及操作按钮 9413 的显示装置 9410;以及在框体 9401 中具有操作按钮 9402、外部输入端子 9403、麦克 9404、扬声器 9405 以及来电时发光的发光部 9406 的通信装置 9400,并且具有显示功能的显示装置 9410 与具有电话功能的通信装置 9400 可以沿着箭头所指的两个方向分离并连接。所以,可以将显示装置 9410 和通信装置 9400 的短轴互相连接,或将显示装置 9410 和通信装置 9400 的长轴互相连接。另外,当仅需要显示功能时,也可以将通信装置 9400 和显示装置 9410 分开而单独使用显示装置 9410。通信装置 9400 和显示装置 9410 可以通过无线通信或有线通信来进行图像或输入信息的收发,并分别具有可进行充电的电池。

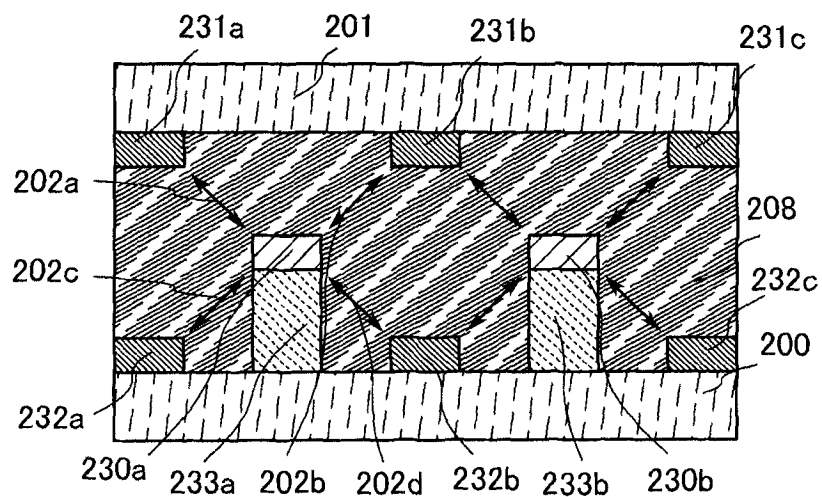


图 1A

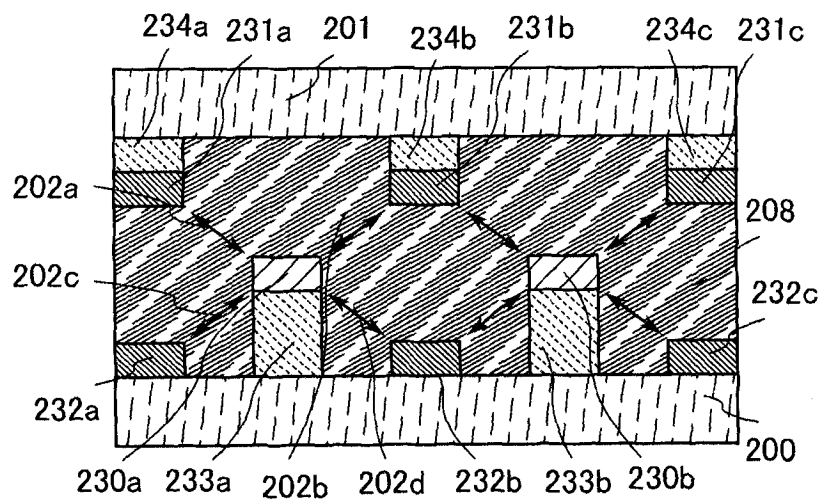


图 1B

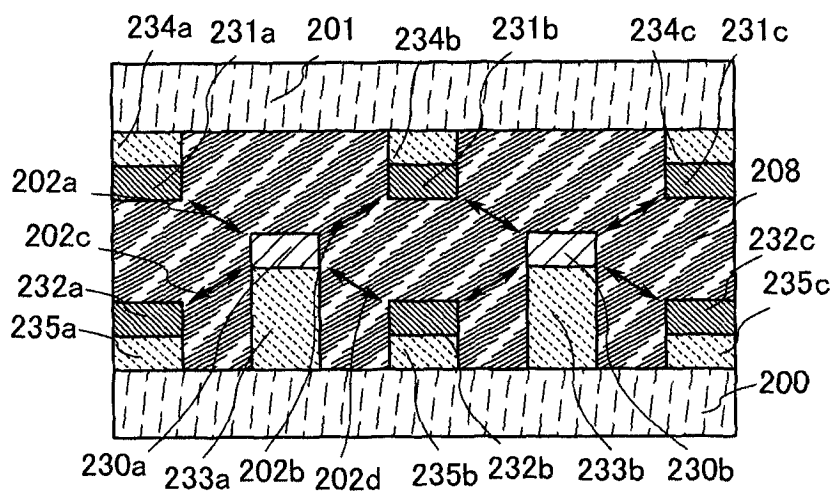


图 1C

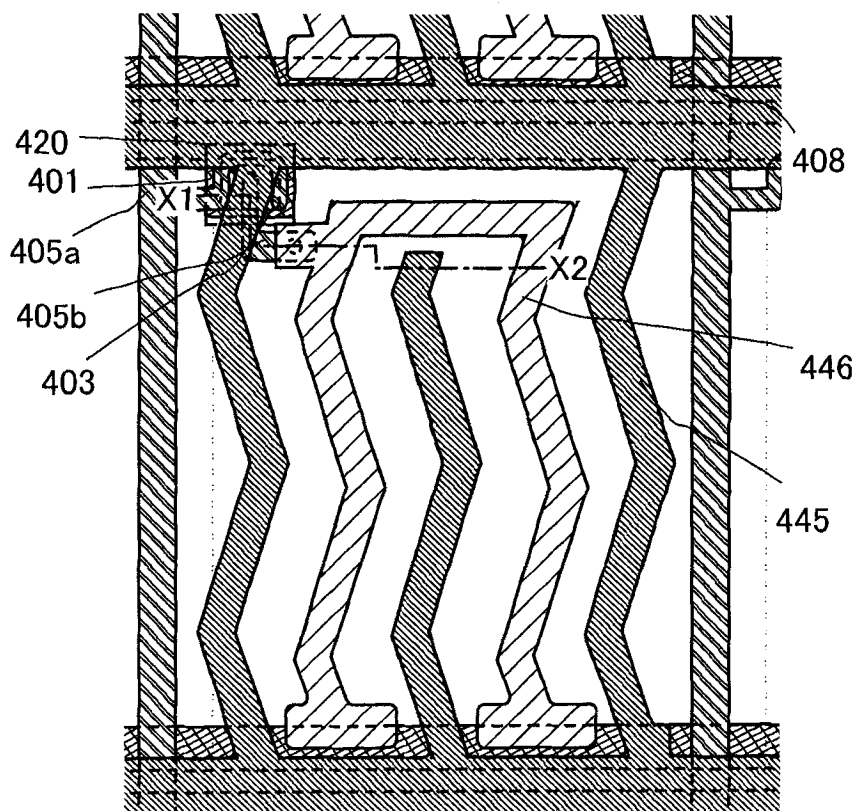


图 2A

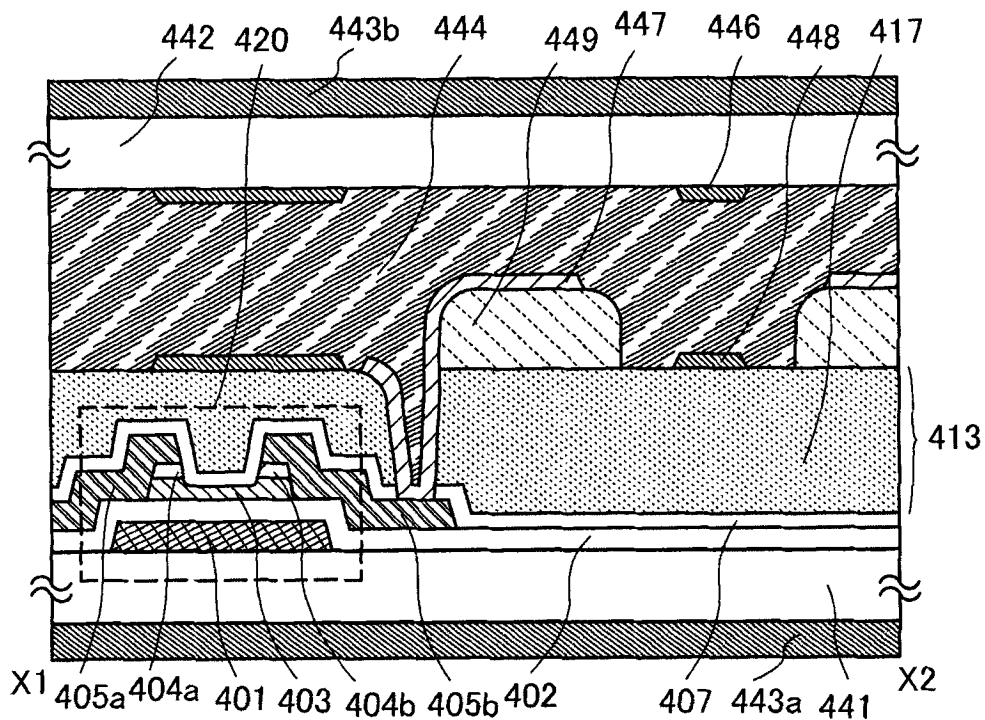


图 2B

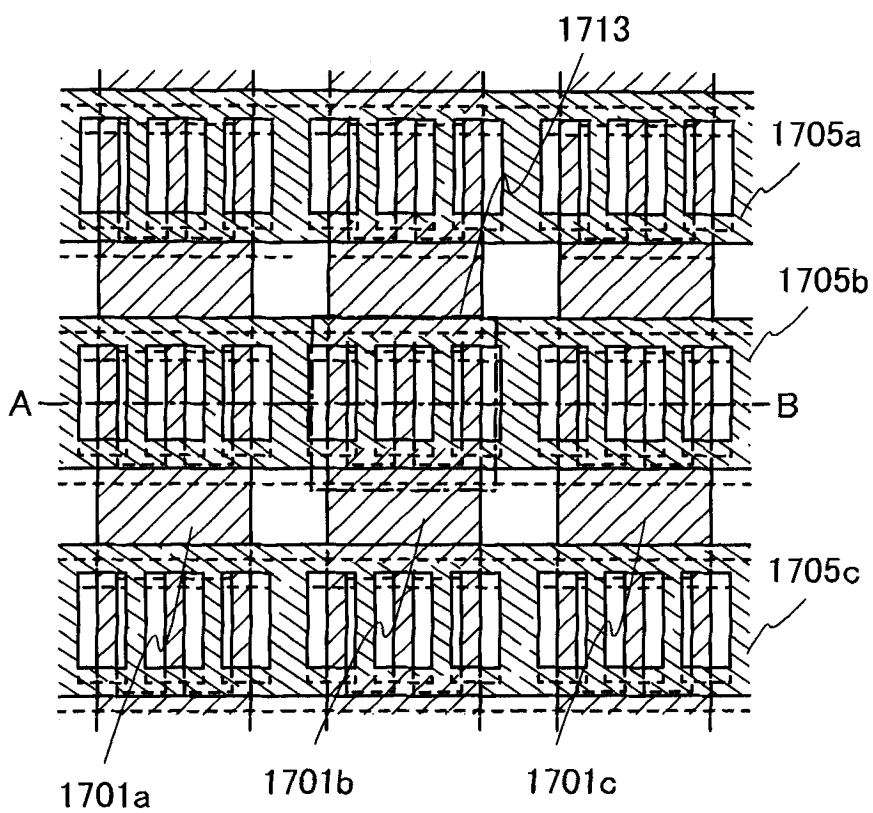


图 3A

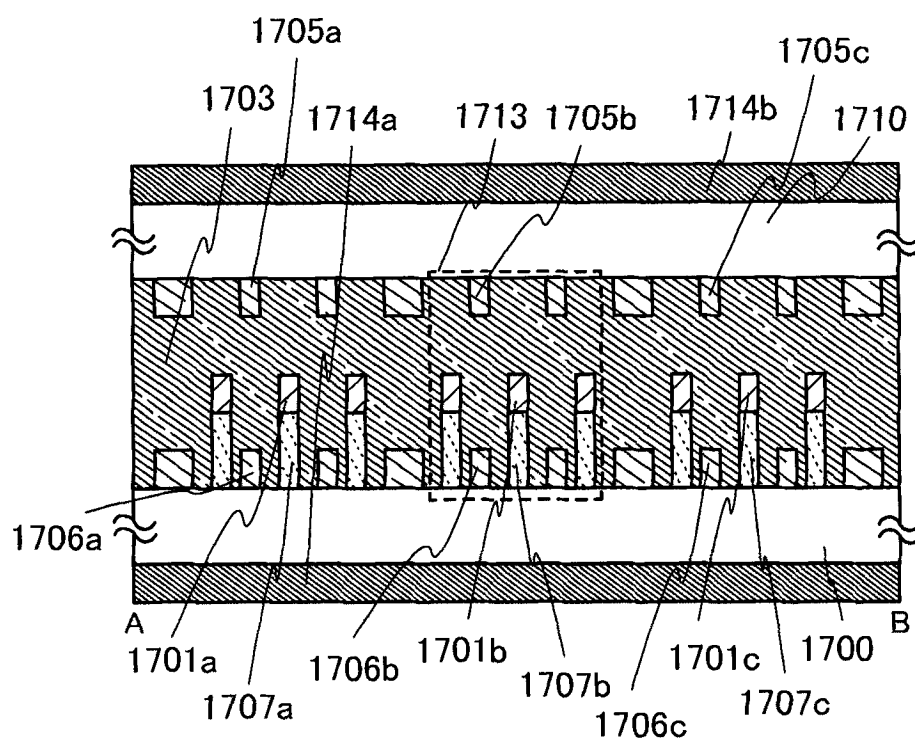


图 3B

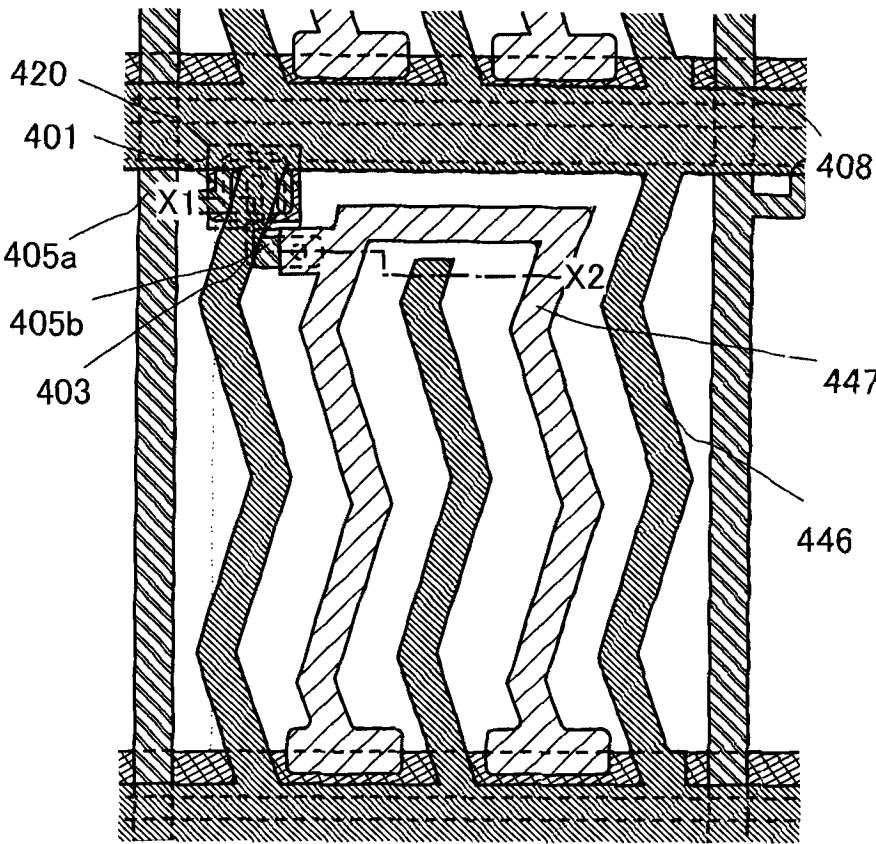


图 4A

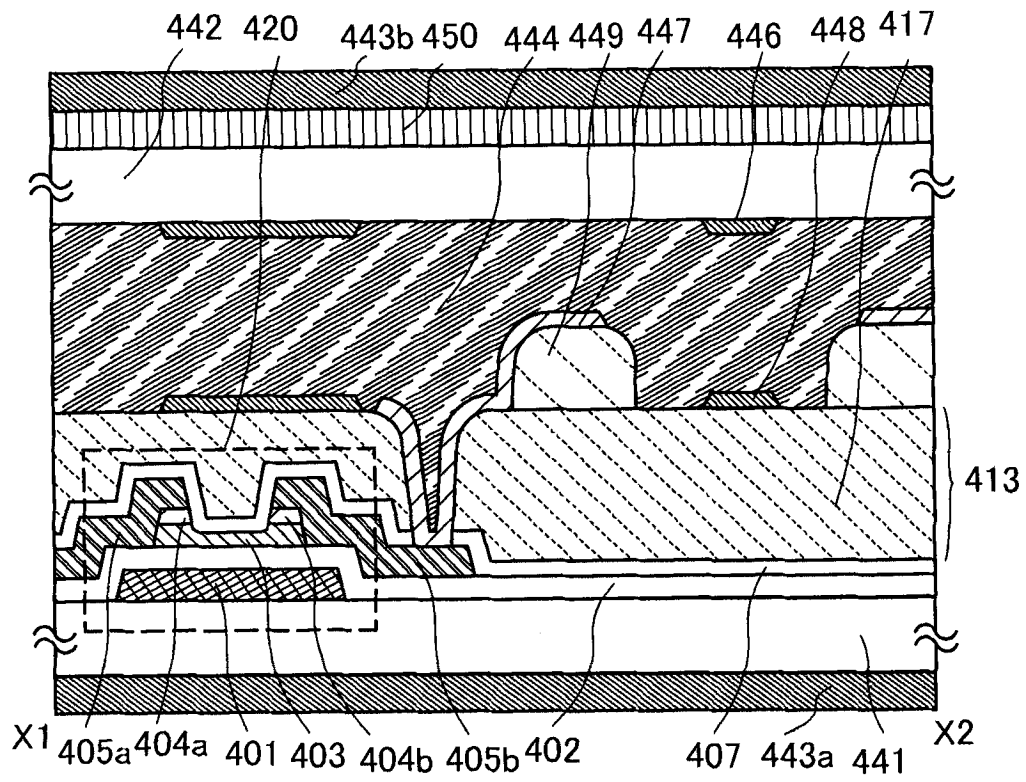


图 4B

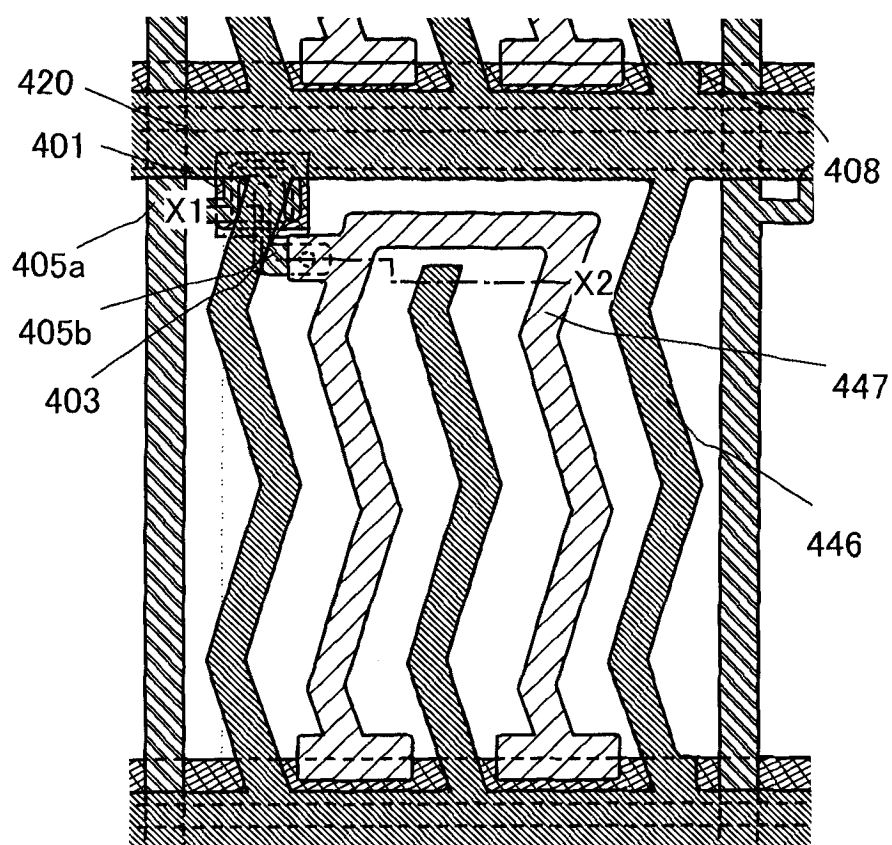


图 5A

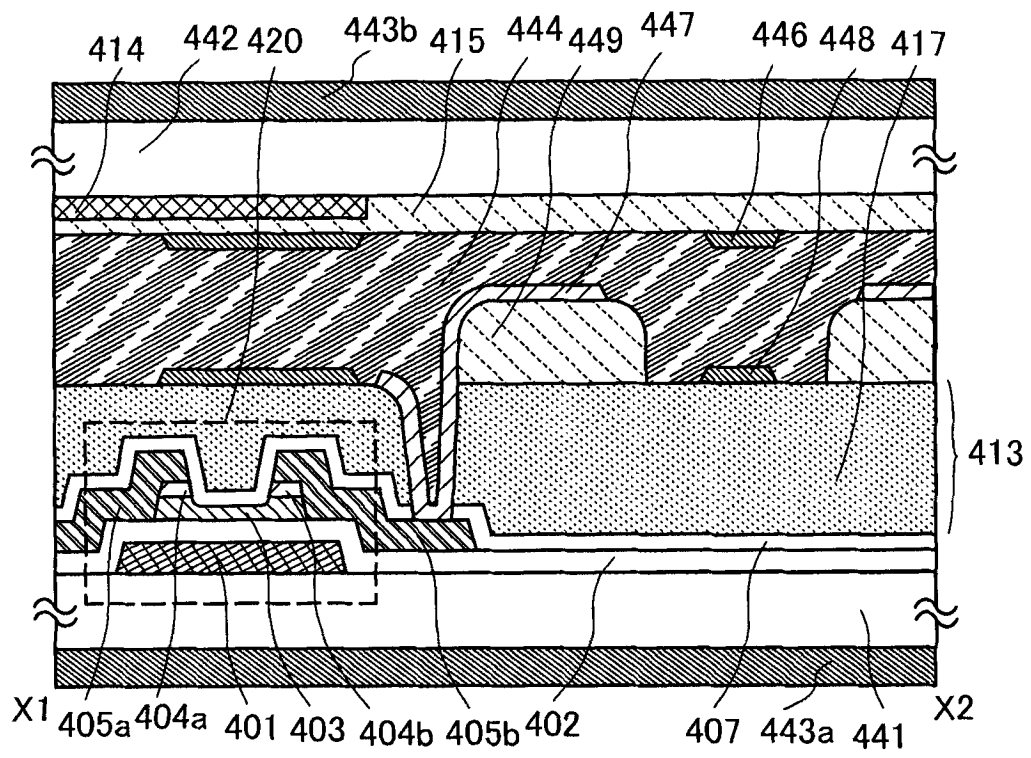


图 5B

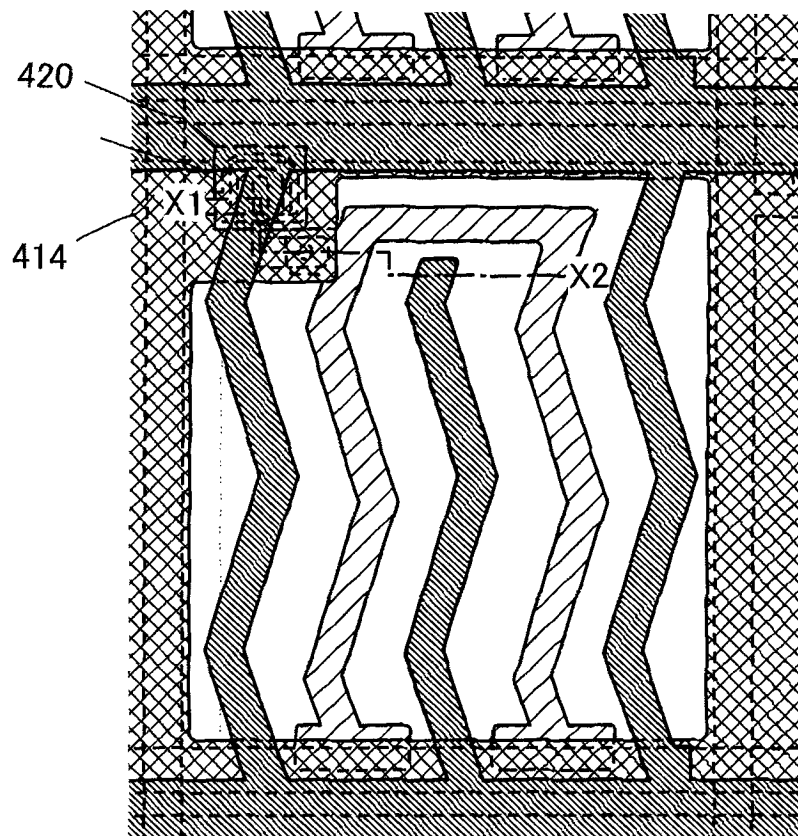


图 6A

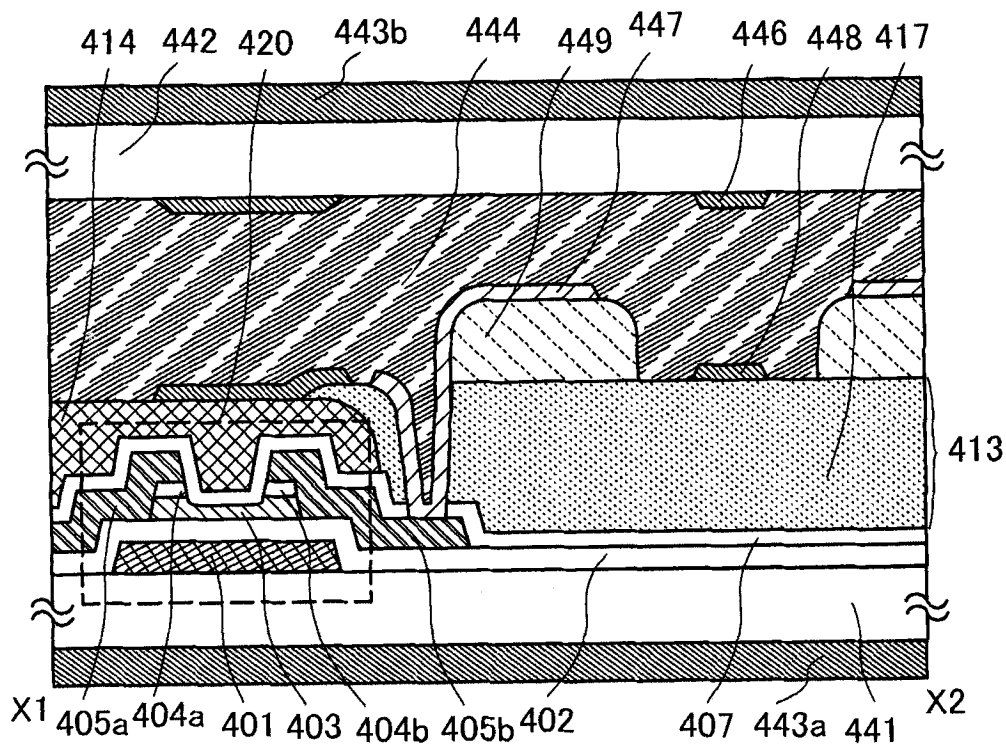


图 6B

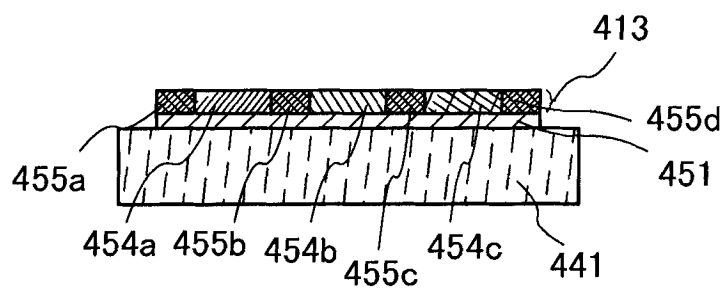


图 7A

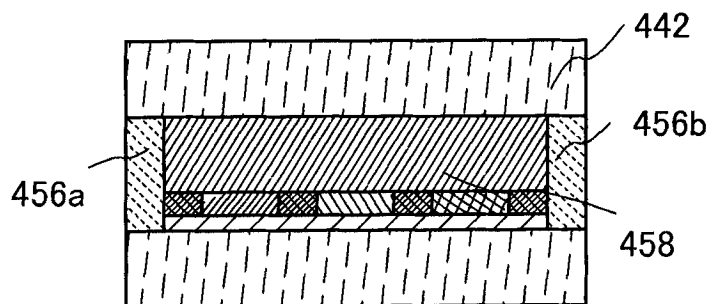


图 7B

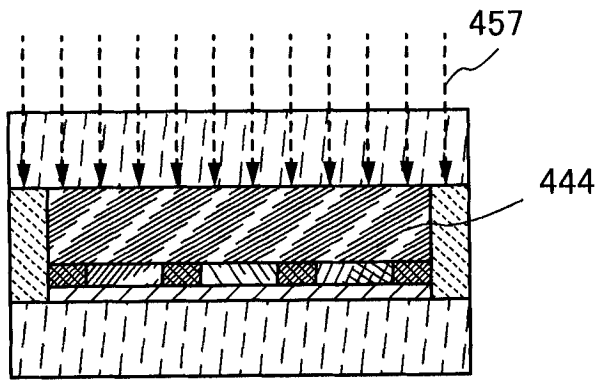


图 7C

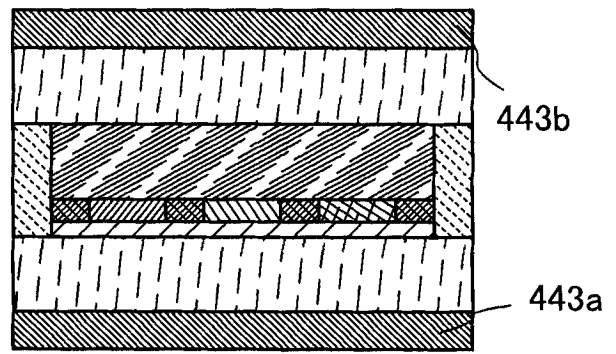


图 7D

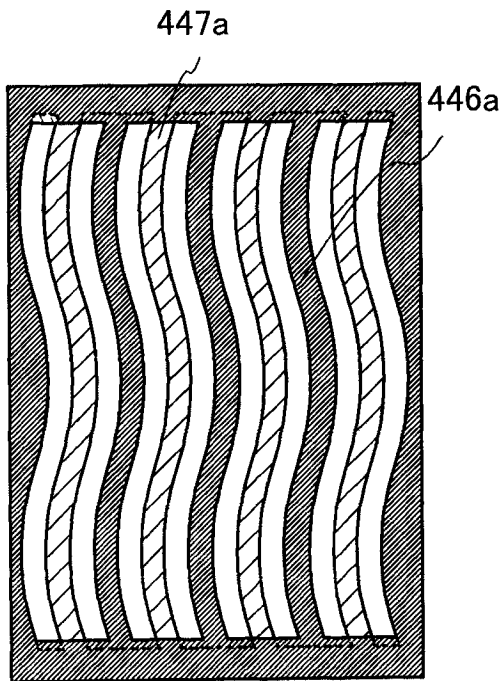


图 8A

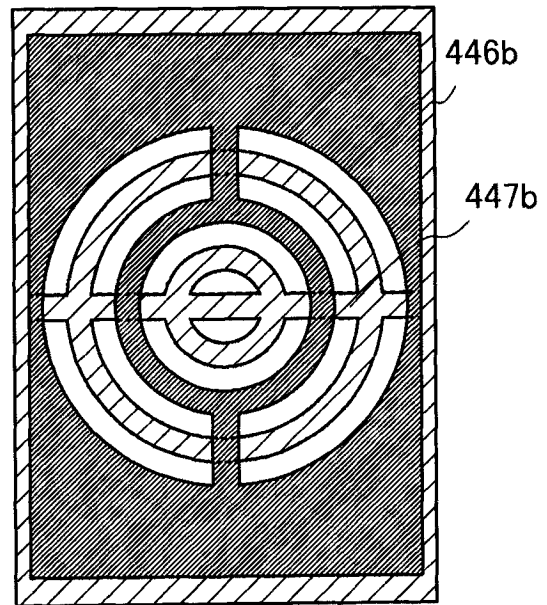


图 8B

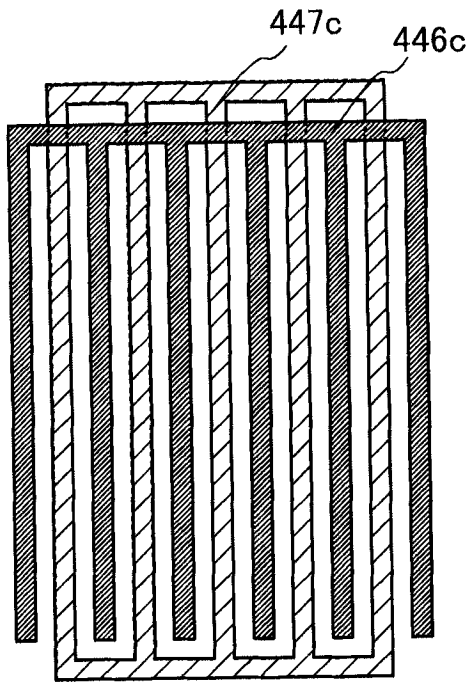


图 8C

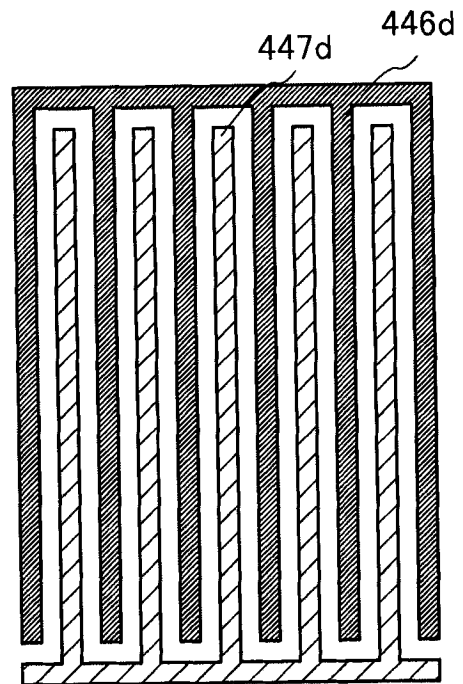


图 8D

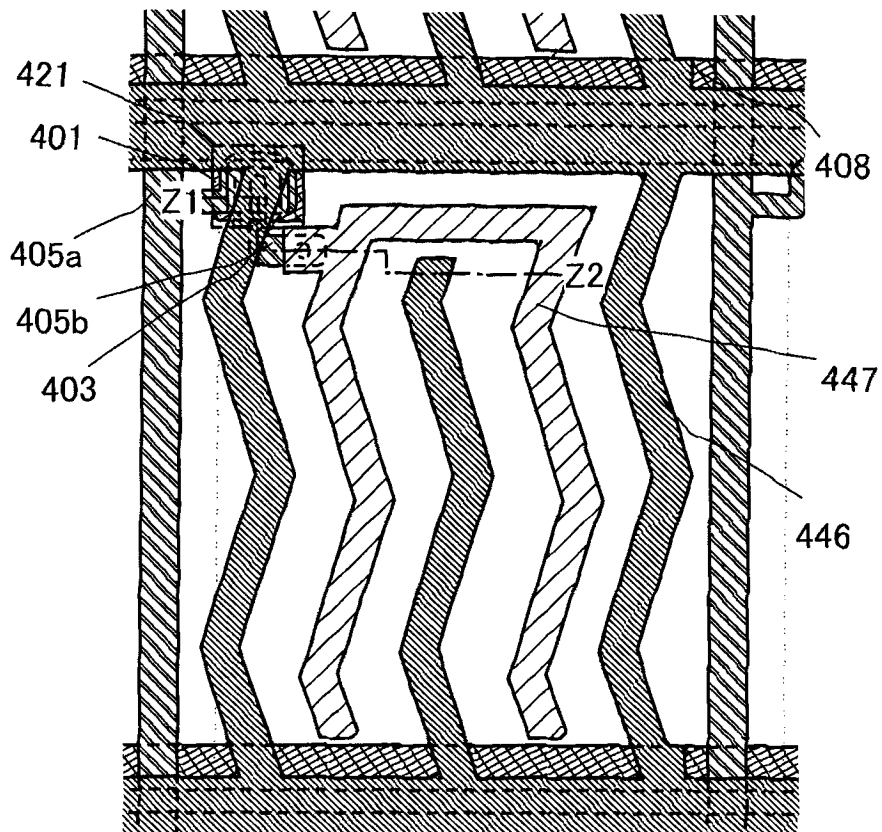


图 9A

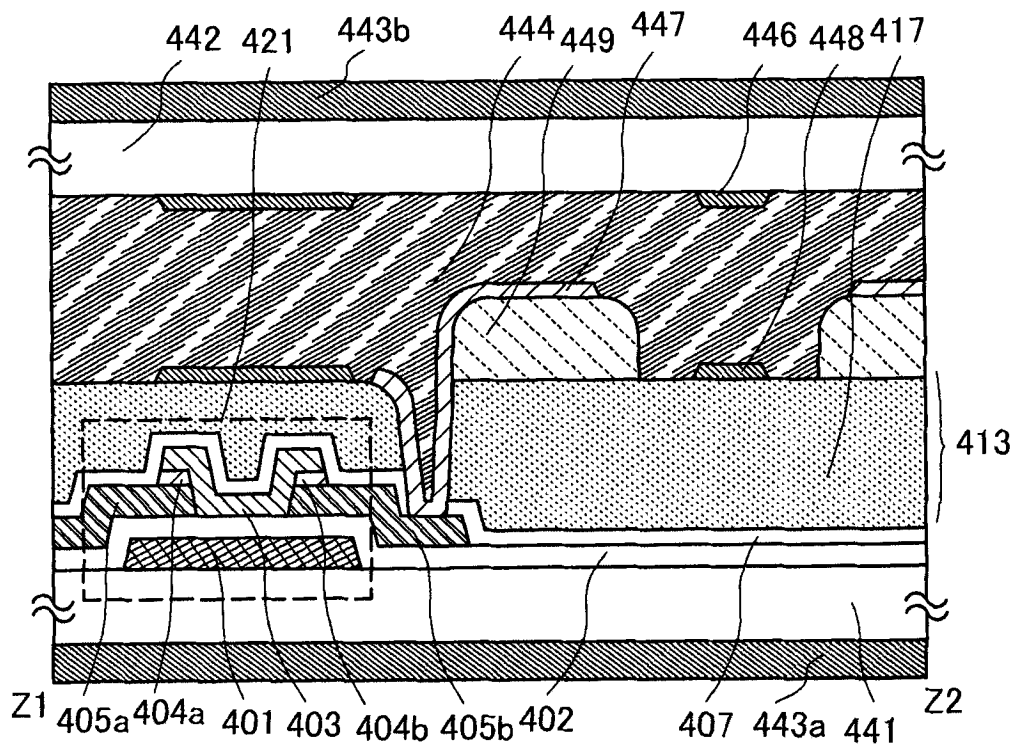


图 9B

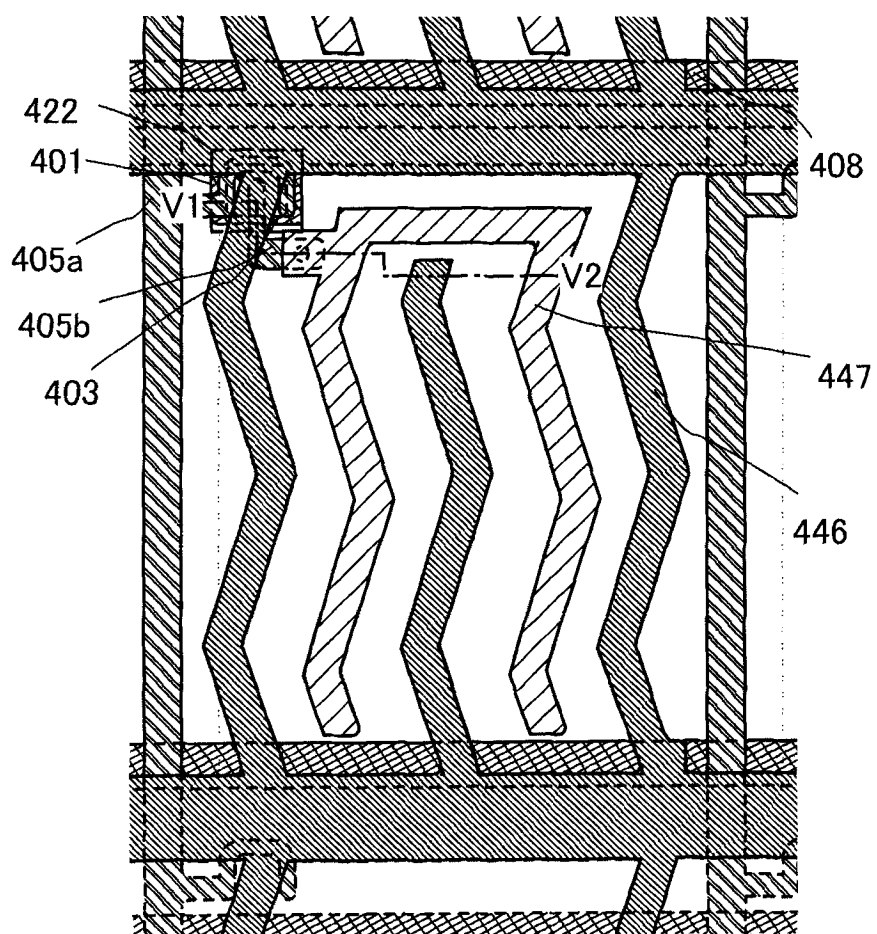


图 10A

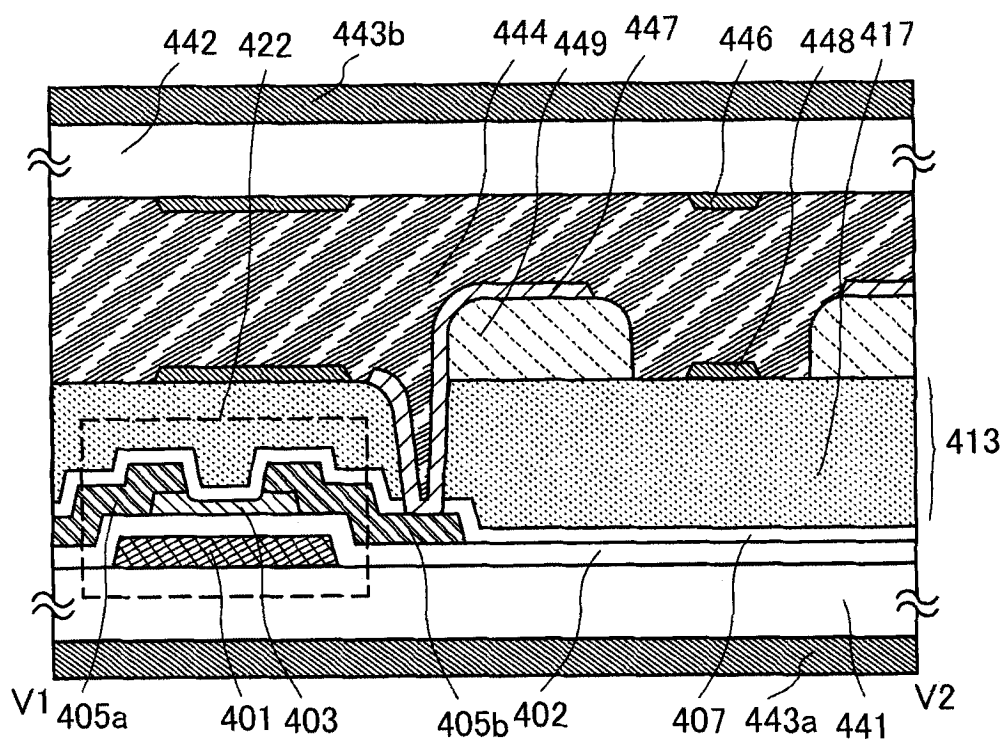


图 10B

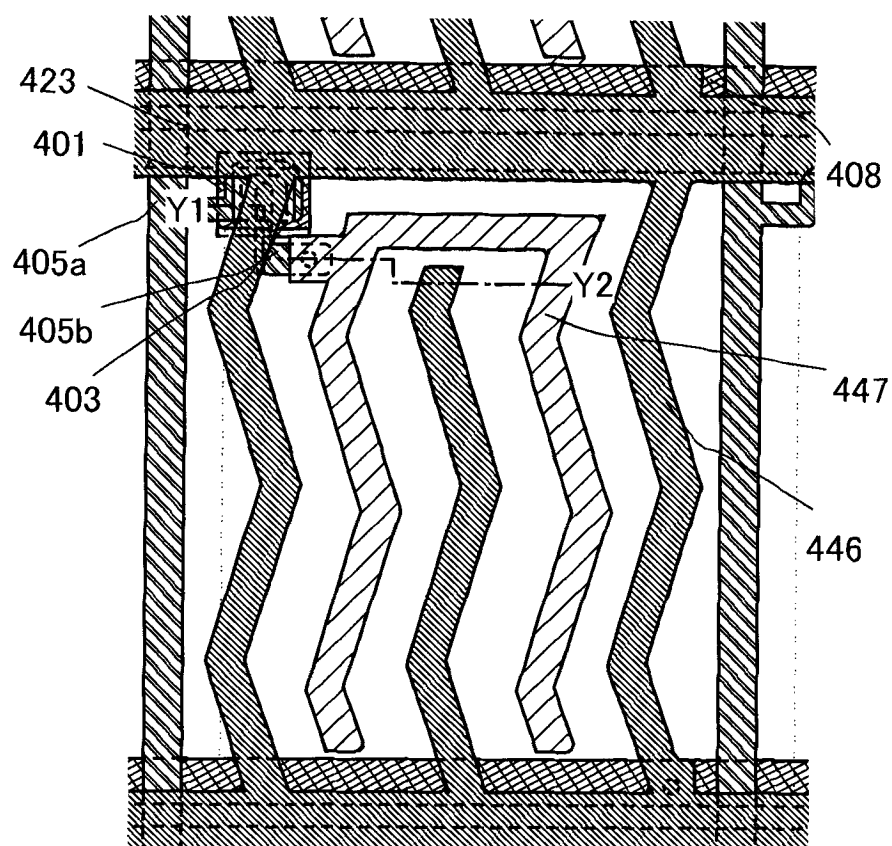


图 11A

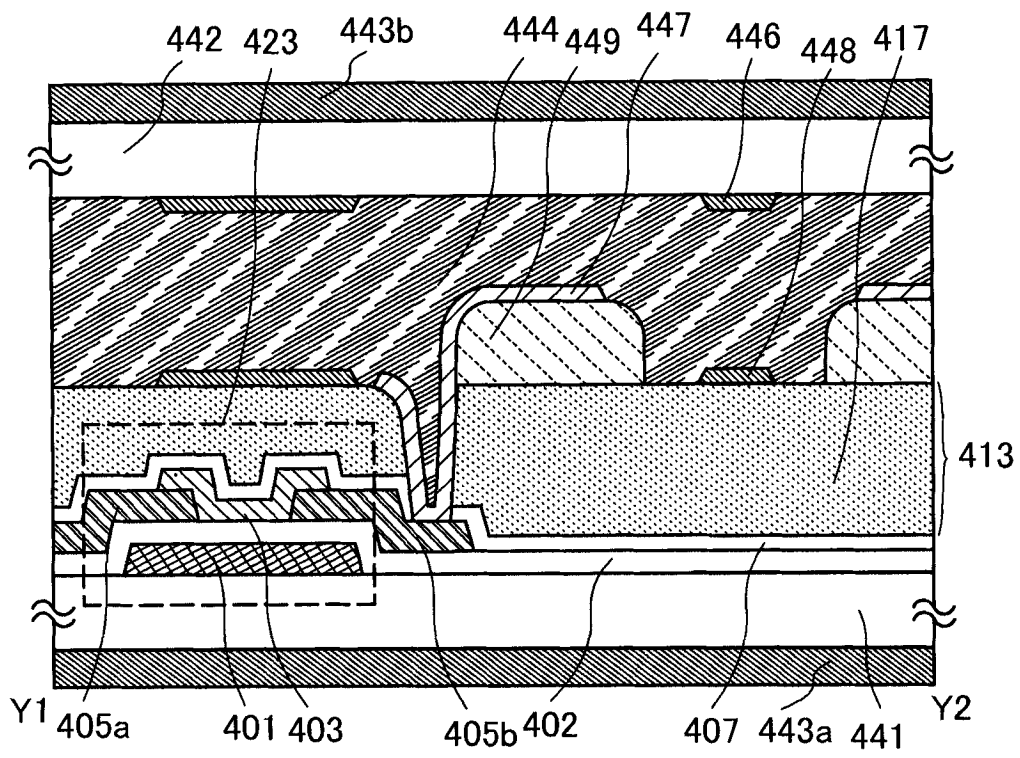
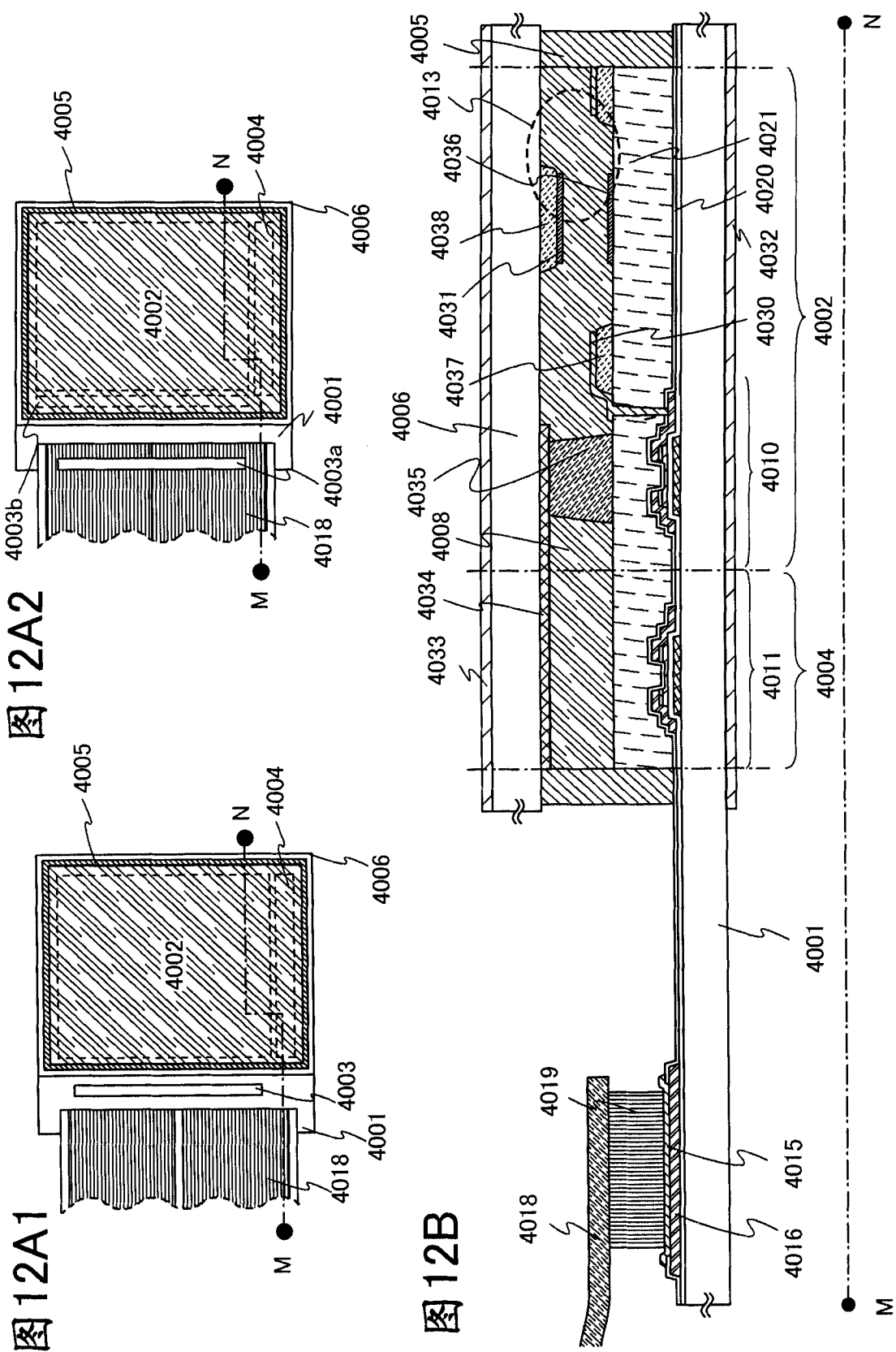


图 11B



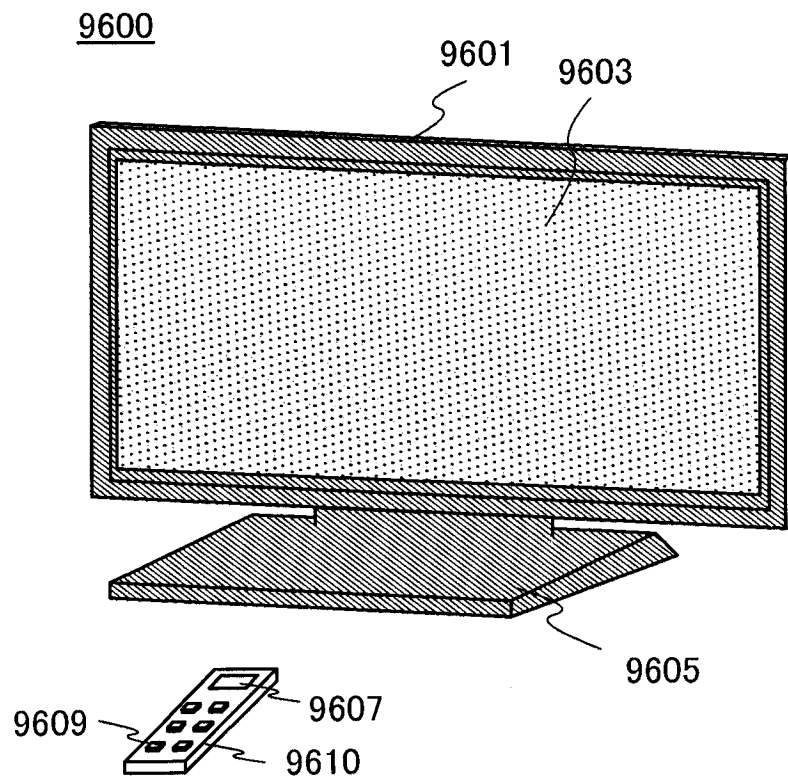


图 13A

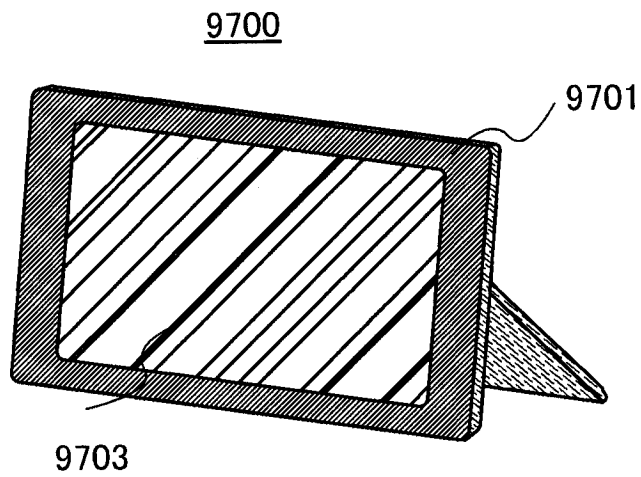


图 13B

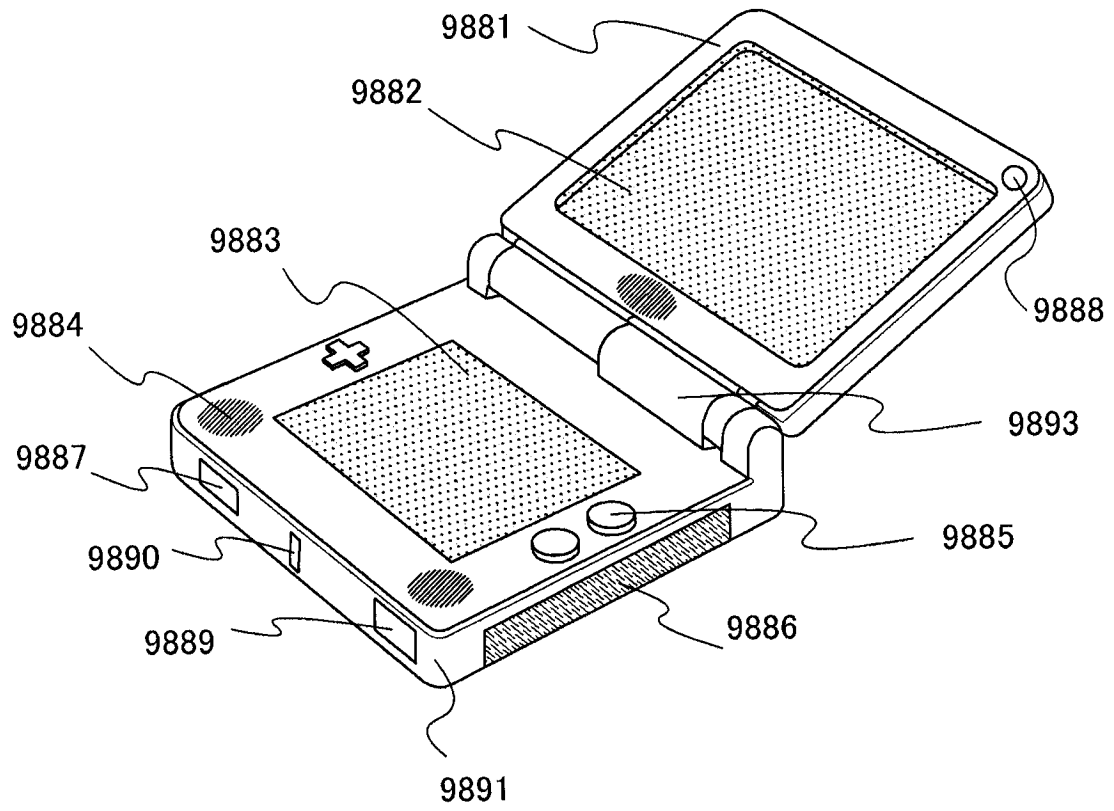


图 14A

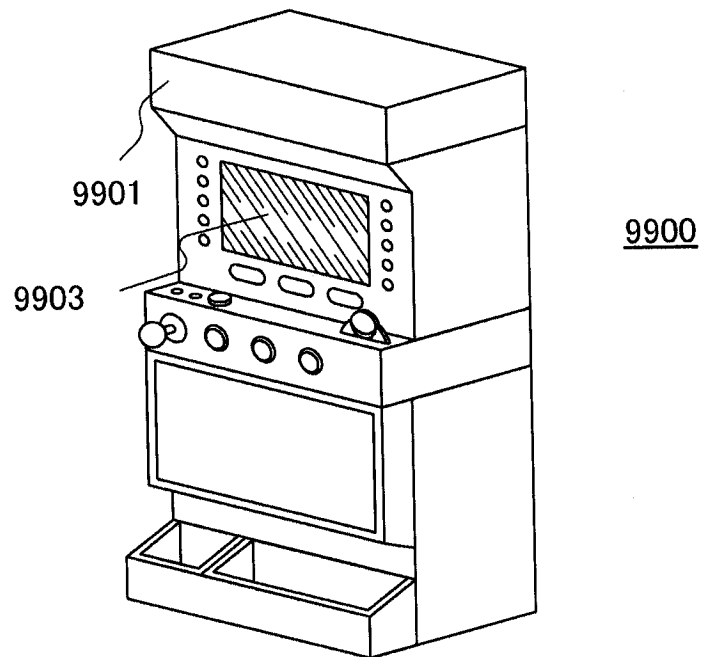


图 14B

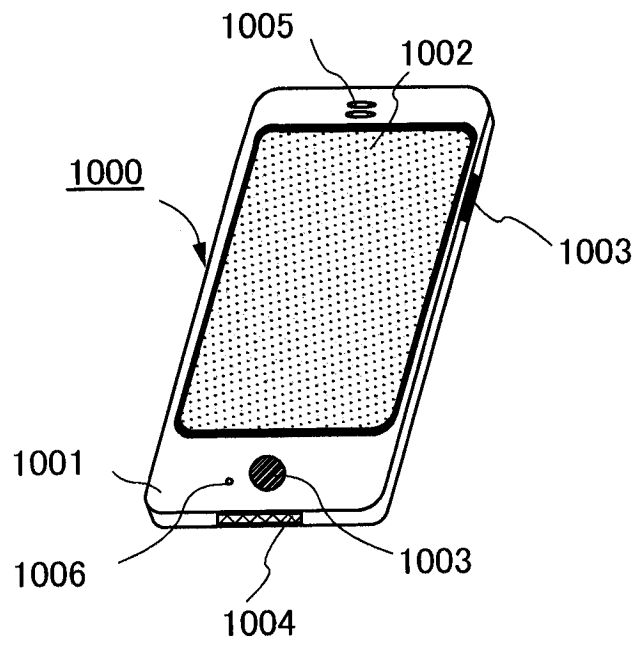


图 15A

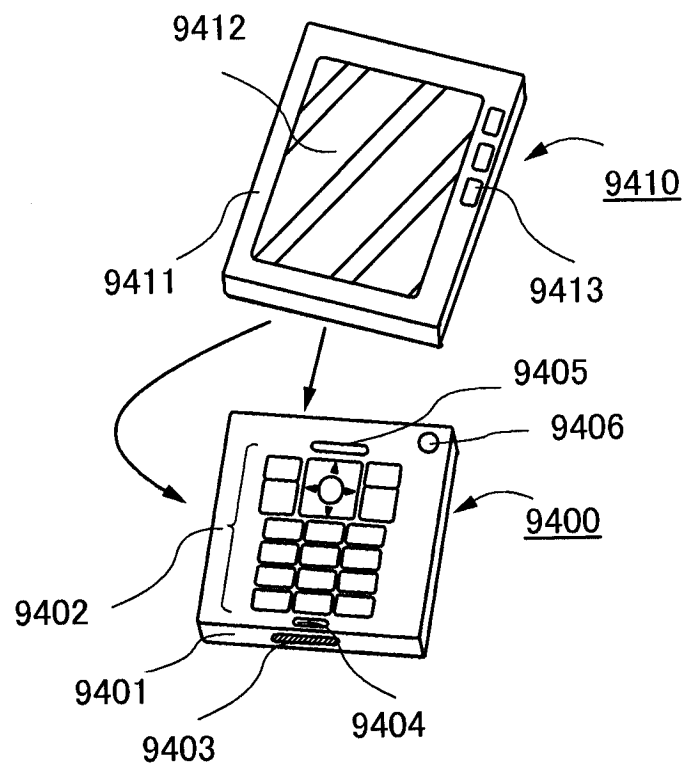


图 15B

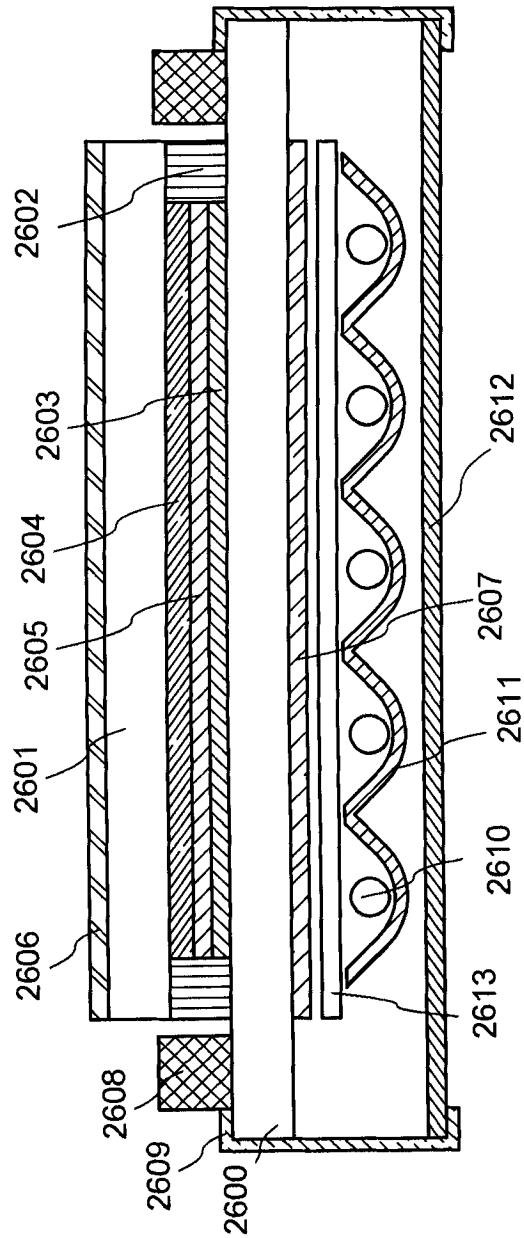


图 16

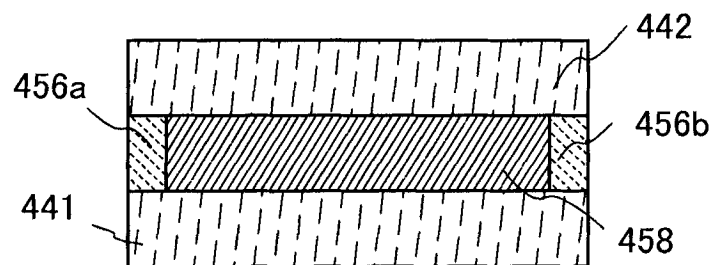


图 17A

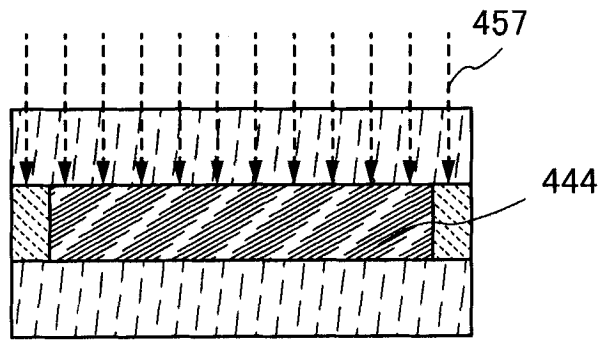


图 17B

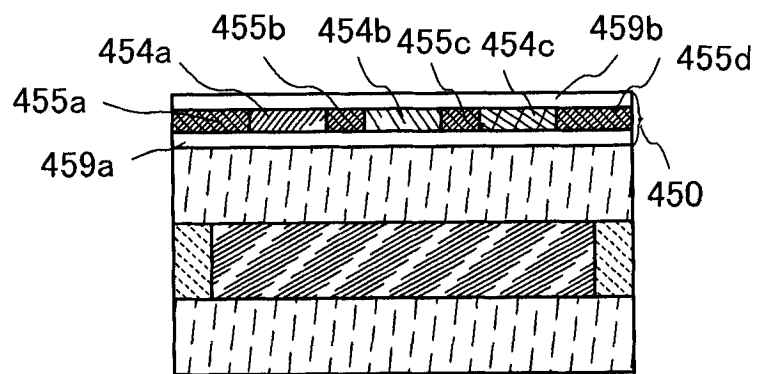


图 17C

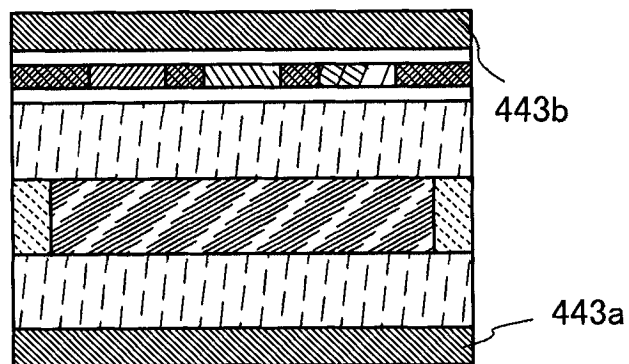


图 17D

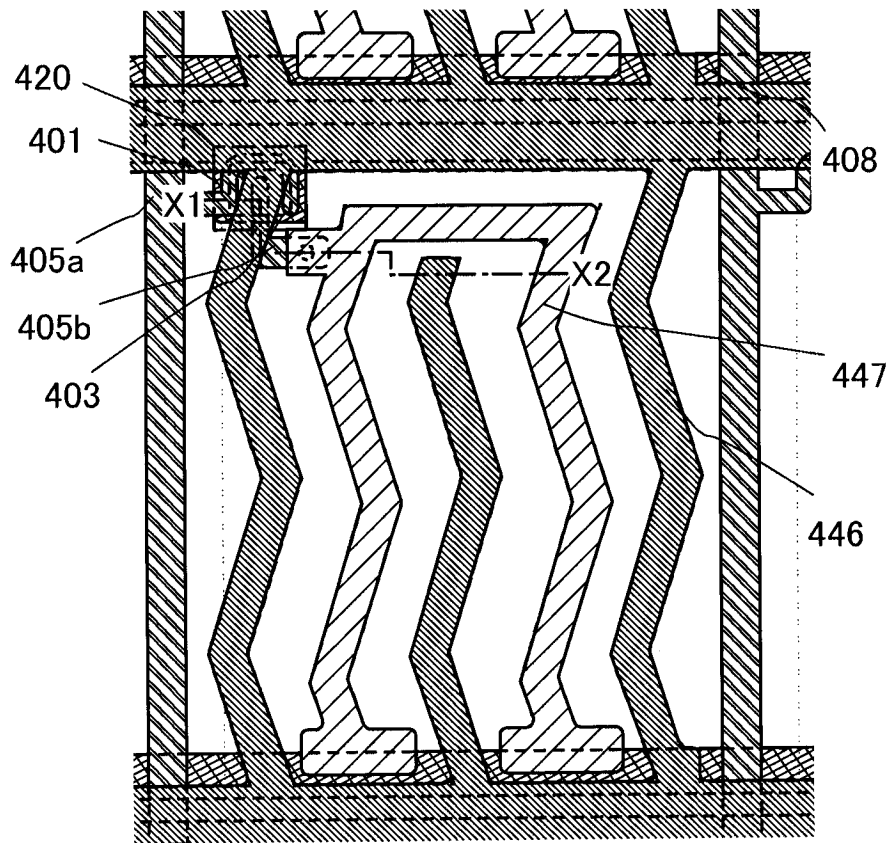


图 18A

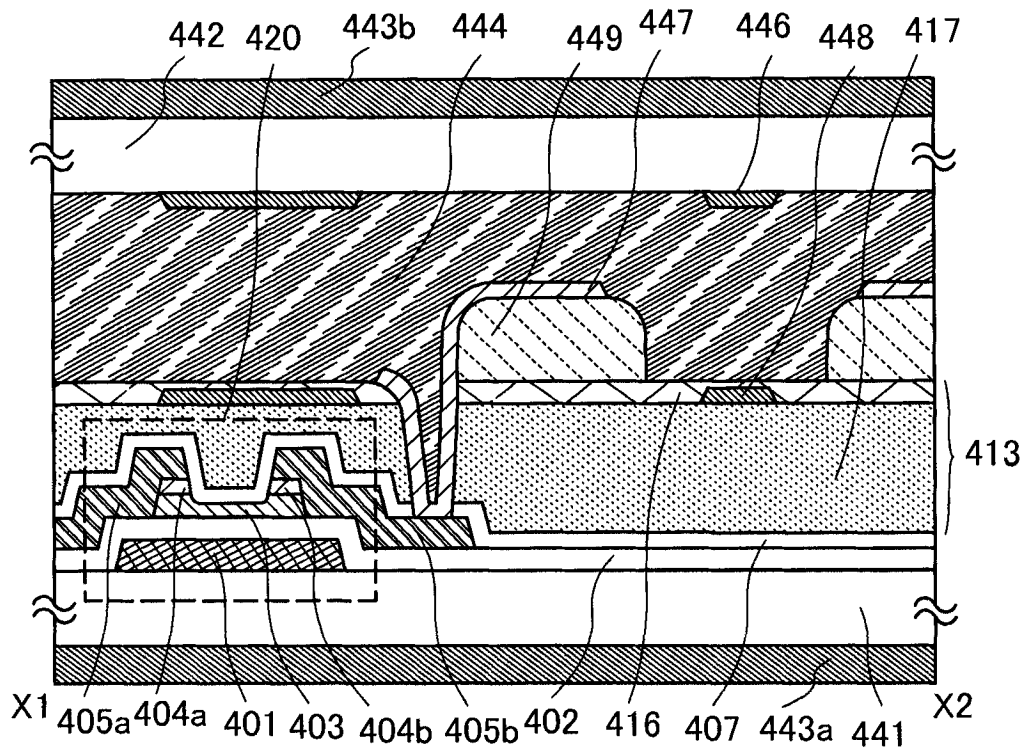


图 18B

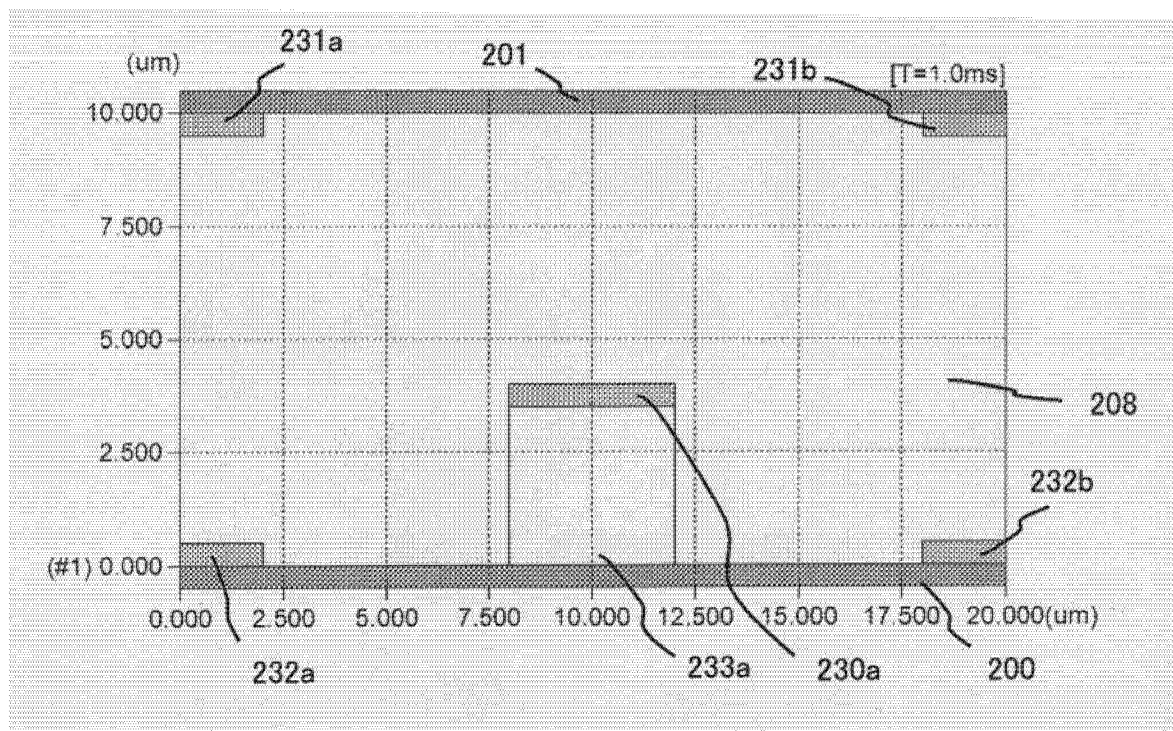


图 19A

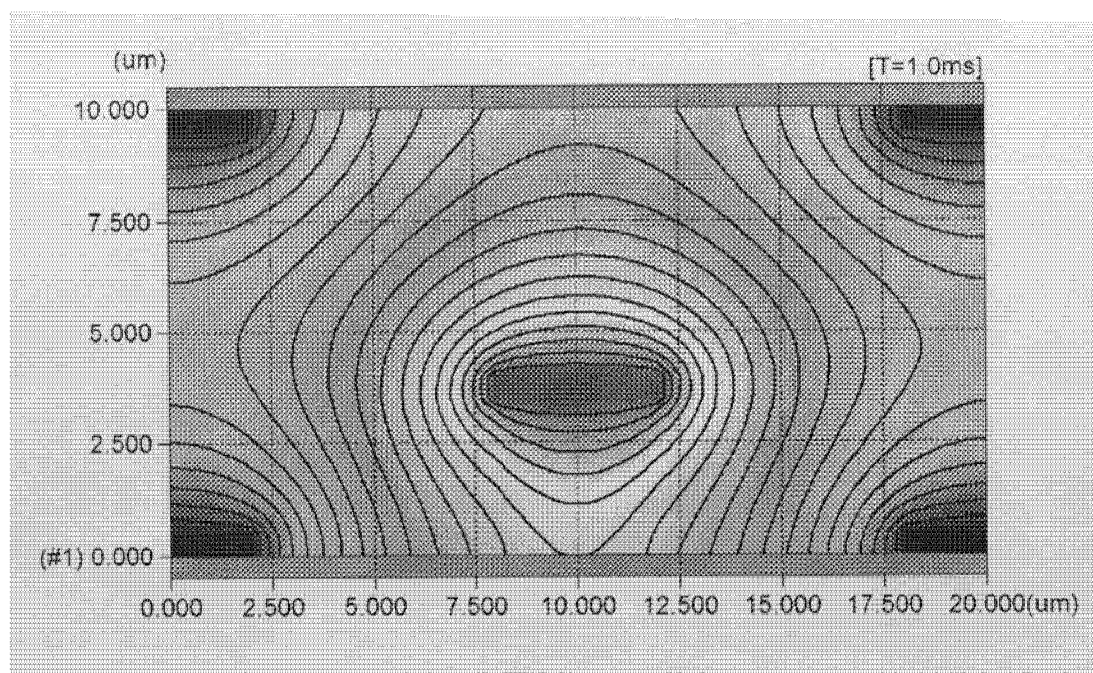


图 19B

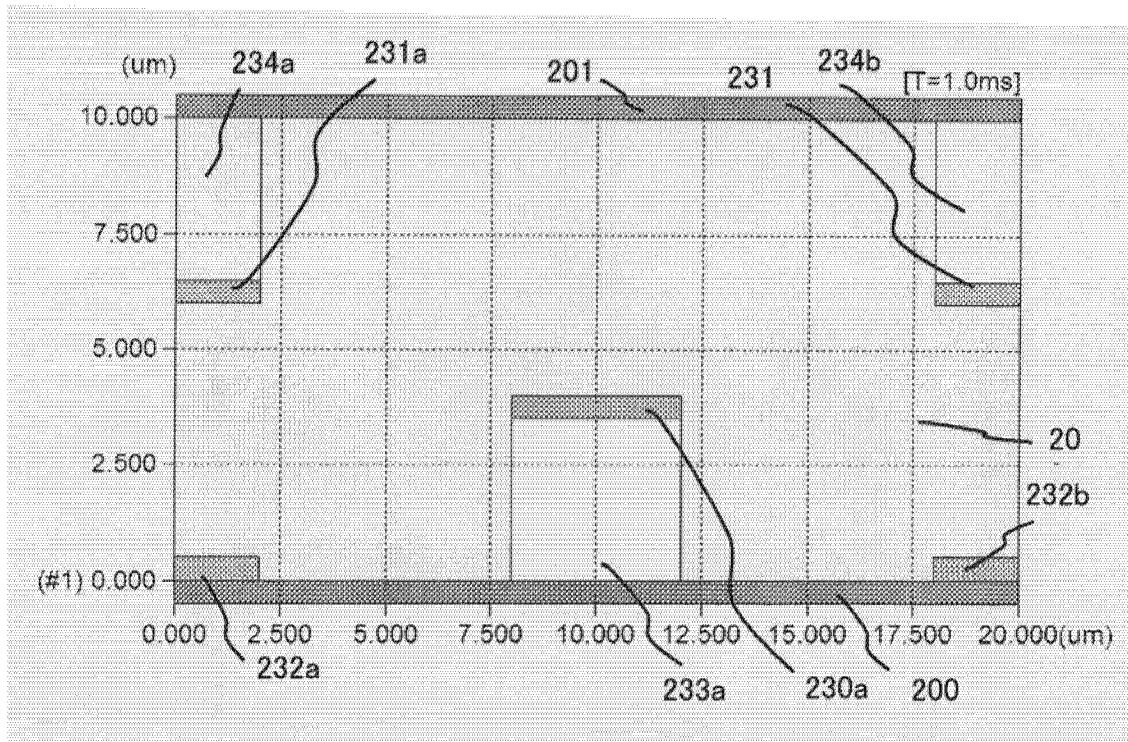


图 20A

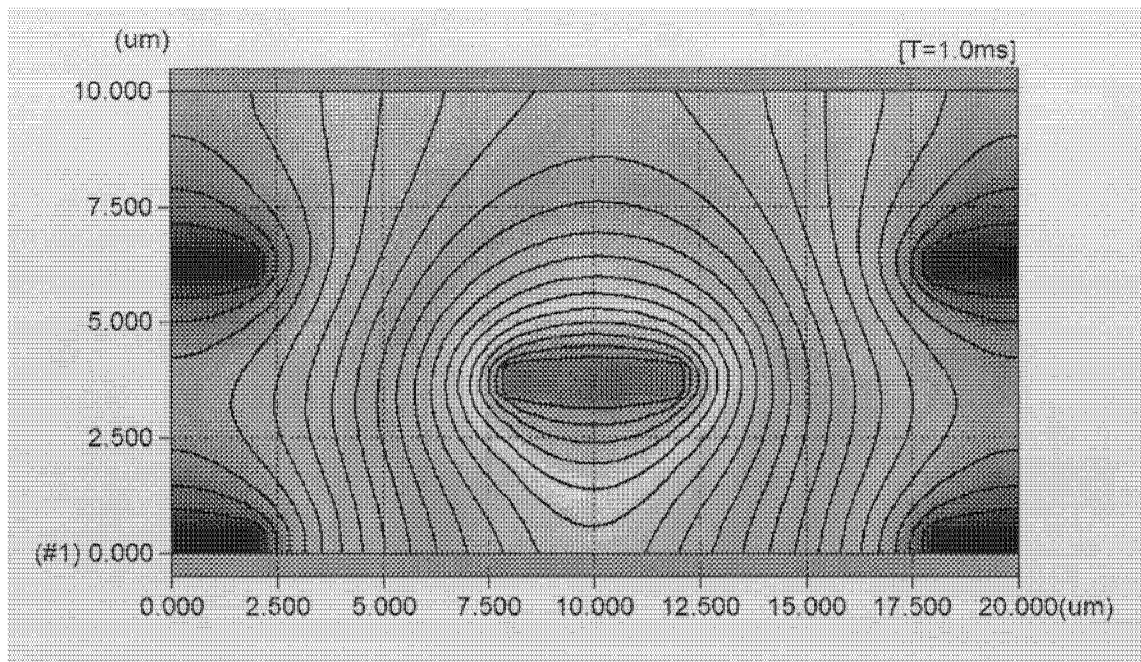


图 20B

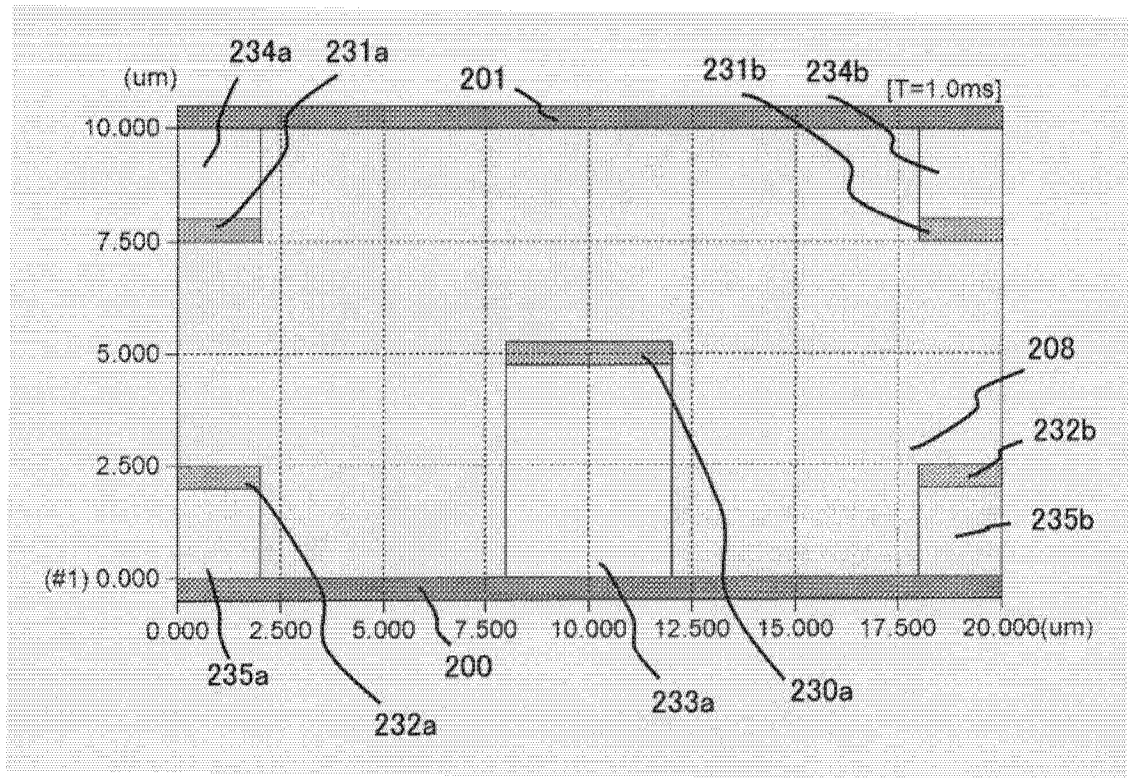


图 21A

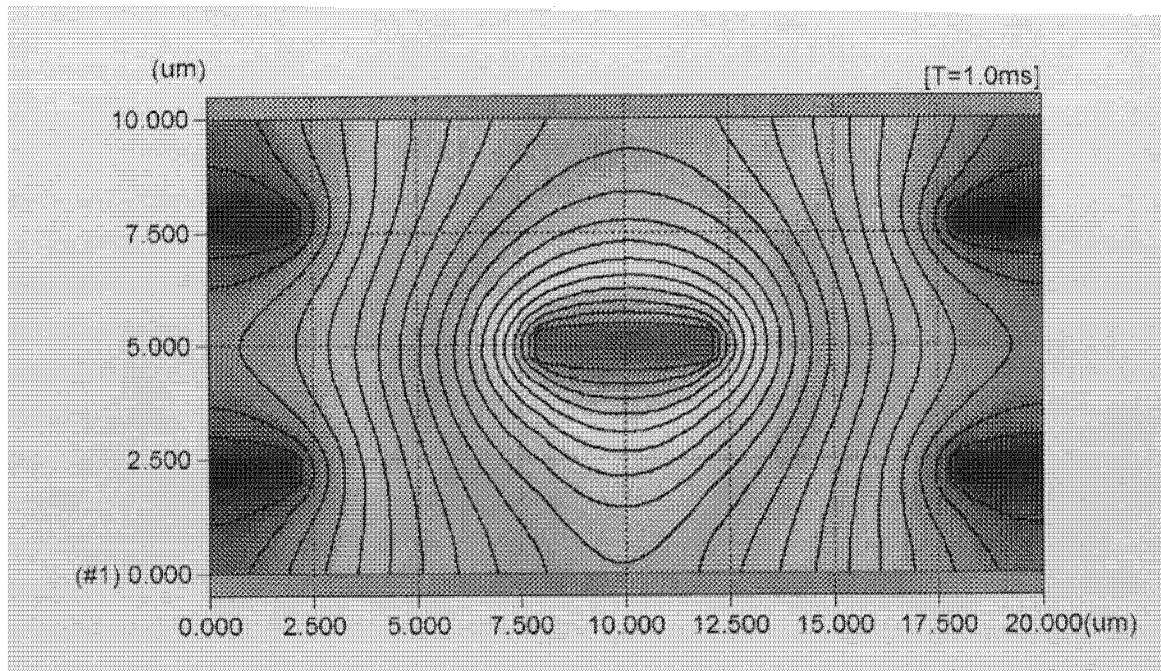


图 21B

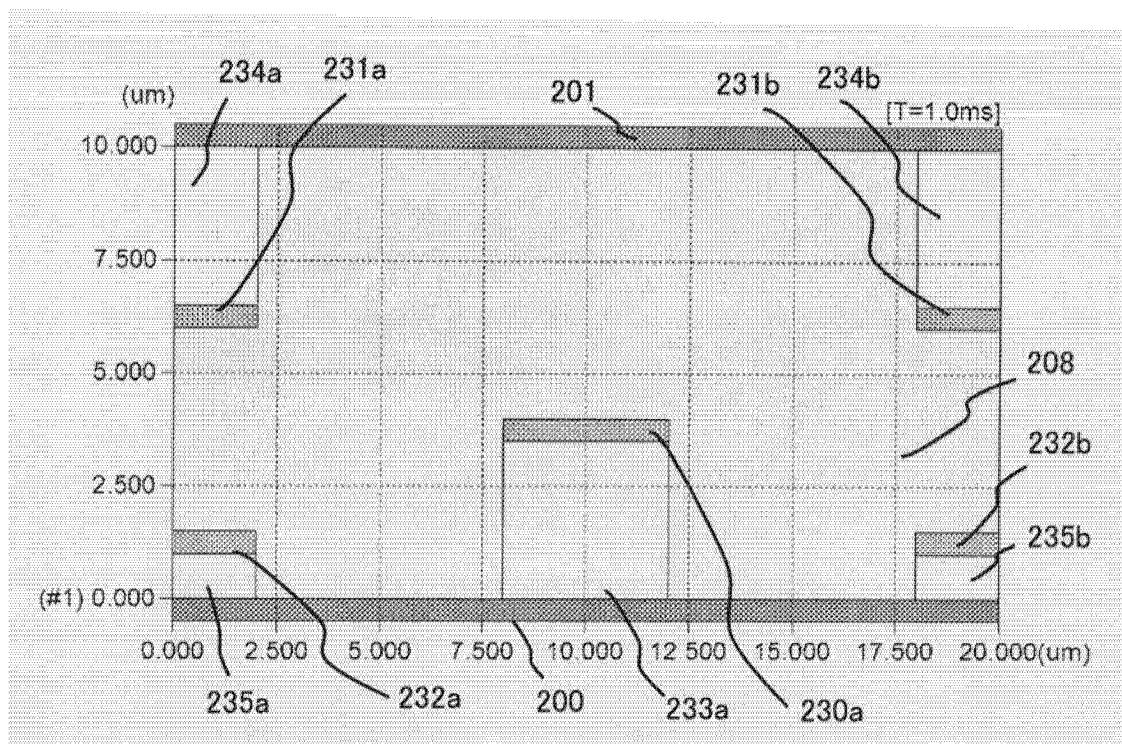


图 22A

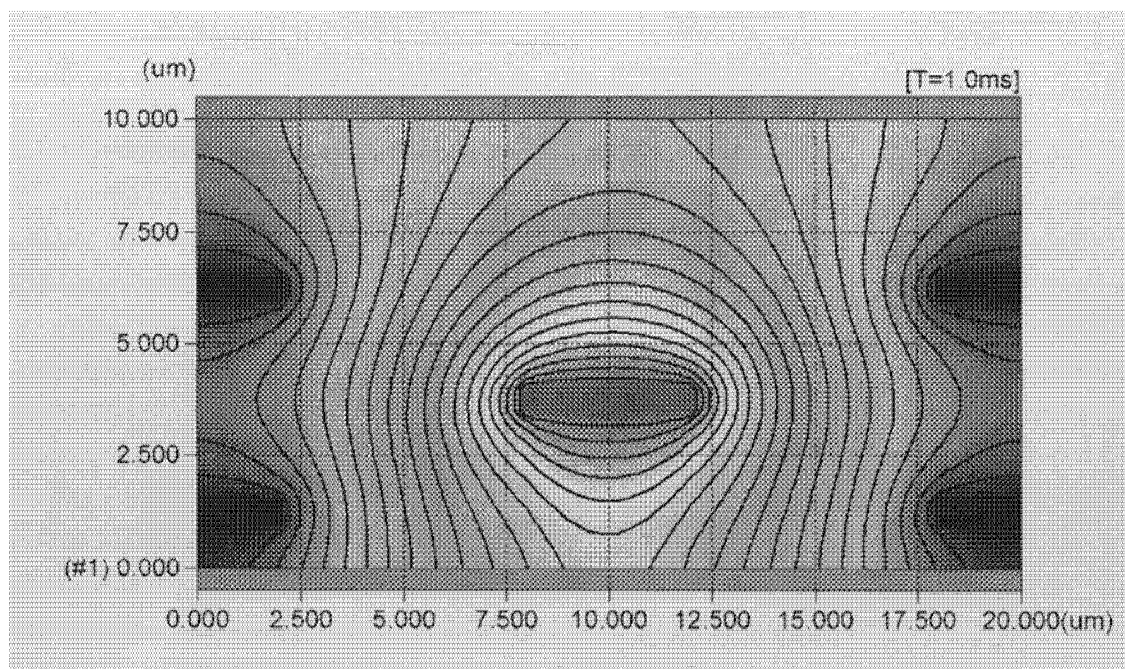


图 22B

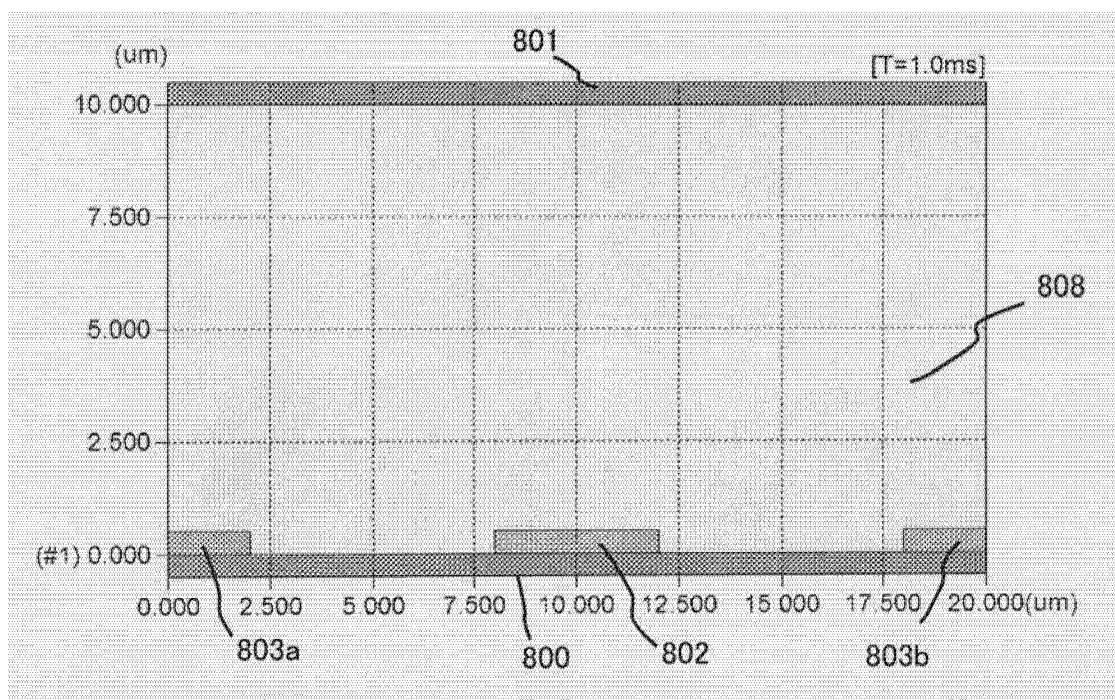


图 23A

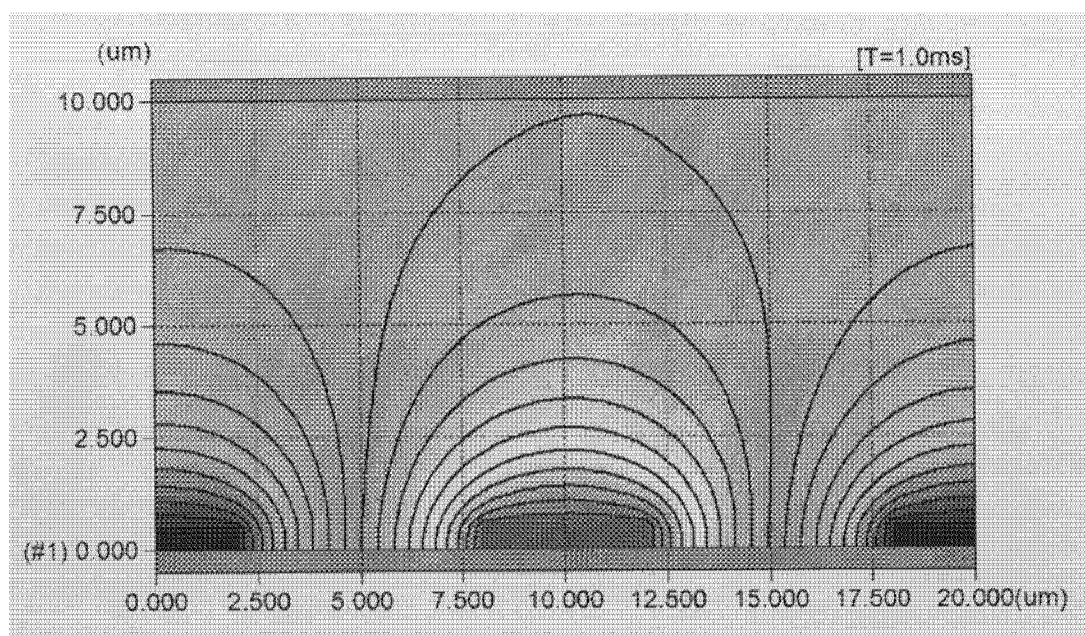


图 23B

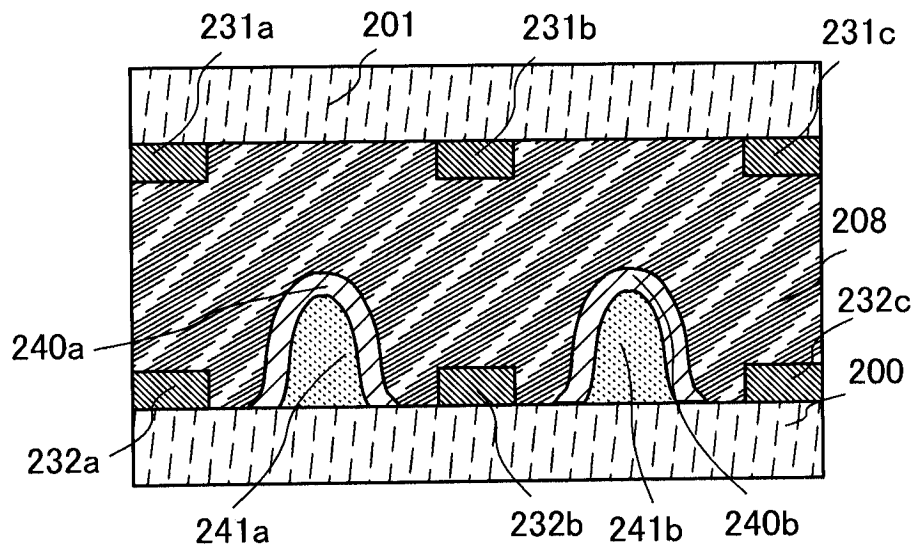


图 24A

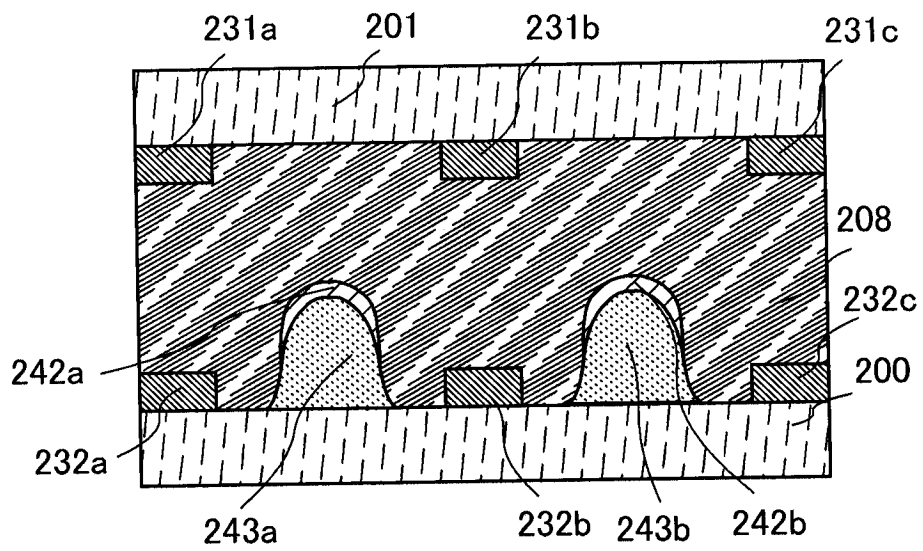


图 24B