



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104345498 A

(43) 申请公布日 2015.02.11

(21) 申请号 201410348019.5

(22) 申请日 2014.07.21

(30) 优先权数据

10-2013-0087491 2013.07.24 KR

(71) 申请人 三星显示有限公司

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 金寿楨 权五正 申旗澈

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 余刚 梁韬

(51) Int. Cl.

G02F 1/1337(2006.01)

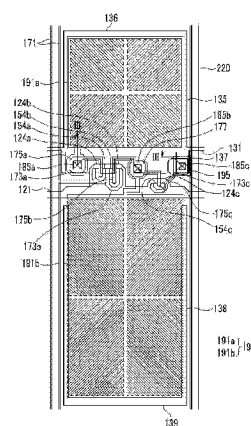
权利要求书2页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

液晶显示器及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及液晶显示器及其制造方法。该液晶显示器包括：薄膜晶体管面板，薄膜晶体管面板包括第一配向层；对向面板，对向面板包括第二配向层并且与薄膜晶体管面板相对；以及液晶层，液晶层介于薄膜晶体管面板与对向面板之间并且包括液晶分子，其中，由第一配向层提供的预倾角与由第二配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约 0.8 度。



1. 一种液晶显示器,包括:
薄膜晶体管面板,包括第一配向层;
对向面板,包括第二配向层并且与所述薄膜晶体管面板相对;以及
液晶层,在所述薄膜晶体管面板与所述对向面板之间并且包括液晶分子;
其中,由所述第一配向层提供的预倾角与由所述第二配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约 0.8 度。
2. 根据权利要求 1 所述的液晶显示器,其中:
所述第一配向层和所述第二配向层包括相同配向材料。
3. 根据权利要求 2 所述的液晶显示器,其中:
所述第一配向层包括第一配向调整层和第一预倾调整层;并且
所述第二配向层包括第二配向调整层和第二预倾调整层,
其中,所述第一预倾调整层限定所述液晶分子的薄膜晶体管面板侧预倾角,并且所述第二预倾调整层限定所述液晶分子的对向面板侧预倾角。
4. 根据权利要求 3 所述的液晶显示器,其中:
所述对向面板侧预倾角小于所述薄膜晶体管面板侧预倾角。
5. 根据权利要求 3 所述的液晶显示器,其中:
所述第一配向调整层和所述第二配向调整层包括包含垂直配向材料的聚合物;并且
所述第一预倾调整层和所述第二预倾调整层包括包含反应性介晶的聚合物。
6. 根据权利要求 5 所述的液晶显示器,其中:
所述薄膜晶体管面板进一步包括像素电极,所述像素电极包括多个细分支部;并且
所述第一预倾调整层和所述第二预倾调整层的包含所述反应性介晶的聚合物布置在所述多个细分支部的方向上。
7. 根据权利要求 1 所述的液晶显示器,进一步包括:
弯曲显示面板,包括所述薄膜晶体管面板和所述对向面板。
8. 一种制造液晶显示器的方法,所述方法包括:
制造薄膜晶体管面板以及与所述薄膜晶体管面板相对的对向面板;
将配向材料施加到所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个上;
通过固化所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个的所述配向材料形成配向层;
将所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的仅一个暴露于紫外线;
形成液晶层并且粘接所述薄膜晶体管面板与所述对向面板;以及
将粘接后的面板暴露于紫外线电场。
9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中:
由所述薄膜晶体管面板上的配向层提供的预倾角与由所述对向面板上的配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约 0.8 度。
10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中:
施加所述配向材料包括将包含反应性介晶的相同配向材料施加到所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个上。
11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中:

所述对向面板被暴露于所述紫外线。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中:

所述配向层包括配向调整层和预倾调整层。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中:

将所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的仅一个暴露于紫外线包括将所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的仅一个以大约 5 焦耳 / 平方厘米至大约 30 焦耳 / 平方厘米的强度暴露于紫外线约 20 分钟至约 1 小时。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,进一步包括:

在形成所述液晶层和粘接所述薄膜晶体管面板和所述对向面板之前,分别在不同温度下烘培所述薄膜晶体管面板和所述对向面板。

15. 一种制造液晶显示器的方法,所述方法包括:

制造薄膜晶体管面板以及与所述薄膜晶体管面板相对的对向面板;

将配向材料施加到所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个上;

通过固化所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个的所述配向材料形成配向层,其中,分别在不同温度下烘培所述薄膜晶体管面板和所述对向面板;

形成液晶层并且粘接所述薄膜晶体管面板与所述对向面板;并且

将粘接后的面板暴露于紫外线电场。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中:

由所述薄膜晶体管面板上的配向层提供的预倾角与由所述对向面板上的配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约 0.8 度。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其中:

施加所述配向材料包括将包含反应性介晶的相同配向材料施加到所述薄膜晶体管面板和所述对向面板中的每一个上。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中:

形成所述配向层包括使用于所述薄膜晶体管面板和所述对向面板的所述配向材料的预固化温度分别不同。

19. 根据权利要求 15 所述的方法,其中:

所述配向层包括配向调整层和预倾调整层。

20. 根据权利要求 15 所述的方法,进一步包括:

在形成所述液晶层以及粘接所述薄膜晶体管面板和所述对向面板之前,将所述薄膜晶体管面板和对向面板之中的仅一个面板暴露于紫外线。

液晶显示器及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液晶显示器及其制造方法。

背景技术

[0002] 液晶显示器 (“LCD”) 是目前广泛使用的平板显示器中的一种, 液晶显示器包括形成有电极的两个面板和夹在两个面板之间的液晶层, 通过将电压施加给电极而产生电场, 重新布置液晶层的液晶分子, 并且通过重新布置的液晶分子调整光的透射率以显示图像。

[0003] LCD 使用配向层以在理想方向上布置液晶层的液晶分子。此外, 在将电场施加到液晶层的情况下, 为了预先确定液晶分子的移动方向, 液晶分子被布置成具有预倾。为了实现液晶分子的预倾, 已知混合并光聚合液晶层中反应性介晶 (reactive mesogen) 的方法。

[0004] 最近, 已经增大了 LCD 的尺寸, 并且为了改善观看者的沉浸度 (immersion) 和现实性, 已经开发如图 1 中所示的弯曲显示面板。

发明内容

[0005] 因为通过密封剂固定显示面板的边界, 所以当显示面板弯曲时, 在面板的中央部发生压曲 (buckling), 并且由此显示面板的两个面板不对准。面板未对准导致多个相同方向上两个面板中形成的预倾方向产生部分偏差, 使得在像素中产生诸如纹理 (texture) 等暗部, 从而降低显示质量。

[0006] 为了提供具有卓越显示质量的液晶显示器 (“LCD”) 及其制造方法而作出了本发明。

[0007] 此外, 为了提供有效防止图像质量由于弯曲显示面板中两个面板之间的对准扭曲而恶化的 LCD 及其制造方法, 作出了本发明。

[0008] 本发明的一个示例性实施方式提供一种液晶显示器, 包括: 薄膜晶体管 (“TFT”) 面板, 包括第一配向层 (alignment layer, 取向层); 对向面板, 包括第二配向层并且与 TFT 面板相对; 以及液晶层, 包括介于 TFT 面板与对向面板之间的液晶分子; 其中, 由第一配向层提供的预倾角与由第二配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约 0.8 度。

[0009] 在本发明中, 预倾可包括方向和角度, 并且预倾方向可指投影在基板表面上的液晶分子的长轴基于栅极线或者数据线倾斜的角度, 并且预倾角也可指液晶分子的长轴基于与基板的水平表面垂直的线而倾斜的角度。

[0010] 在一个示例性实施方式中, 第一配向层和第二配向层可包括相同配向材料。

[0011] 在一个示例性实施方式中, 第一配向层可包括第一配向调整层和第一预倾调整层, 并且第二配向层可包括第二配向调整层和第二预倾调整层, 其中, 第一预倾调整层限定液晶分子的薄膜晶体管面板侧预倾角, 并且第二预倾调整层限定液晶分子的对向面板侧预倾角。

[0012] 在一个示例性实施方式中, 第二预倾调整层的对向面板侧预倾角可小于第一预倾调整层的薄膜晶体管面板侧预倾角。

[0013] 在一个示例性实施方式中,第一配向调整层和第二配向调整层可包括包含垂直配向材料的聚合物,并且第一预倾调整层和第二预倾调整层包括包含反应性介晶的聚合物。

[0014] 在一个示例性实施方式中,TFT 面板可进一步包括像素电极,像素电极包括多个细分支部;和第一预倾调整层和第二预倾调整层的包含反应性介晶的聚合物可布置在多个细分支部的方向上。

[0015] 在一个示例性实施方式中,LCD 可包括弯曲显示面板,弯曲显示面板包括 TFT 面板和对向面板。

[0016] 本发明的另一示例性实施方式提供一种制造液晶显示器的方法,包括:制造 TFT 面板和与 TFT 面板相对的对向面板;将配向材料施加给薄膜晶体管面板和对向面板中的每一个上;通过固化薄膜晶体管面板和对向面板中的每一个的配向材料形成配向层;仅将薄膜晶体管面板和对向面板中的一个暴露于紫外线(“UV”);形成液晶层并且粘接薄膜晶体管面板和对向面板;并且将粘接后的面板暴露于 UV 电场。

[0017] 在一个示例性实施方式中,由 TFT 面板上的配向层提供的预倾角与由对向面板上形成的配向层提供的预倾角之间的差可等于或者大于约 0.8 度。

[0018] 在一个示例性实施方式中,施加配向材料可包括将包括反应性介晶的相同配向材料施加到 TFT 面板和对向面板中的每一个上。

[0019] 在一个示例性实施方式中,可将对向面板暴露于 UV。

[0020] 在一个示例性实施方式中,配向层可包括配向调整层和预倾调整层。

[0021] 在一个示例性实施方式中,仅将两个面板中的一个暴露于 UV 可包括仅将两个面板中的一个以大约 5 焦耳/平方厘米(J/cm^2)至大约 $30J/cm^2$ 的强度暴露于 UV 约 20 分钟至约 1 小时。

[0022] 在一个示例性实施方式中,该方法可包括在形成液晶层并且粘接两个面板之前,分别在不同温度烘培 TFT 面板和对向面板。

[0023] 本发明的另一示例性实施方式是提供一种制造液晶显示器的方法,包括制造 TFT 面板和与 TFT 面板相对的对向面板;将配向材料施加给薄膜晶体管面板和对向面板中的每一个上;通过固化薄膜晶体管面板和对向面板中的每一个的配向材料形成配向层,其中,分别在不同温度下烘培薄膜晶体管面板和对向面板;形成液晶层并且粘接薄膜晶体管面板和对向面板;并且将粘接后的面板暴露于 UV 电场。

[0024] 在一个示例性实施方式中,由 TFT 面板上配向层提供的预倾角与由对向面板上形成的配向层提供的预倾角之间的差可等于或者大于约 0.8 度。

[0025] 在一个示例性实施方式中,施加配向材料可包括将包括反应性介晶的相同配向材料施加给 TFT 面板和对向面板中的每一个上。

[0026] 在一个示例性实施方式中,形成配向层可包括使用于相应面板的配向材料的预固化温度和/或主固化温度不同。

[0027] 在一个示例性实施方式中,被施加到对向面板上的配向材料可在比施加到 TFT 面板上的配向材料更低的温度下进行预固化。在这种情况下,前者可在比后者更高的温度下或者与后者相同的温度下进行主固化。

[0028] 在一个示例性实施方式中,被施加到对向面板上的配向材料可在比施加到 TFT 面板上的配向材料更高的温度下进行主固化。在这种情况下,前者可在比后者更低的温度下

或者与后者相同的温度下进行预固化。

[0029] 在一个示例性实施方式中,配向层可包括配向调整层和预倾调整层。

[0030] 在一个示例性实施方式中,该方法可进一步包括在形成液晶层并且粘接两个面板之前仅将两个面板中的一个暴露于 UV。

[0031] 根据本发明的示例性实施方式,即使 LCD 被实施为具有弯曲的 LCD 面板,也可以减少或者有效防止屏幕上的暗部,诸如,纹理。

附图说明

[0032] 通过参考附图描述更具体的示例性实施方式,本公开的上述和其他示例性实施方式、优点以及特征将变得更显而易见,其中:

[0033] 图 1 是示出了根据本发明的弯曲液晶显示器 (“LCD”) 的示例性实施方式的示图。

[0034] 图 2 是根据本发明的 LCD 的一个像素的示例性实施方式的等效电路图。

[0035] 图 3 是根据本发明的 LCD 的一个像素的示例性实施方式的平面图。

[0036] 图 4 是沿着图 3 中 LCD 的线 III-III 截取的截面图。

[0037] 图 5 是示出了根据本发明的 LCD 的像素电极的基本区域的示例性实施方式的俯视平面图。

[0038] 图 6 是示出了由于弯曲显示面板中产生的上面板与下面板之间未对准 (misalignment) 导致的预倾方向的未对准的示例性实施方式的示图。

[0039] 图 7 是示出了根据下面板侧预倾角与上面板侧预倾角之间的差的显示质量作为模拟图像的示图。

[0040] 图 8 是根据本发明的 LCD 的制造方法的示例性实施方式的流程图。

[0041] 图 9 是根据本发明的 LCD 的制造方法的另一示例性实施方式的流程图。

[0042] 图 10 是示出了根据配向材料的固化温度而变化的预倾角的图。

具体实施方式

[0043] 在下文中,将参考示出了本发明的示例性实施方式的附图更为全面地描述本发明。本领域技术人员能理解,在不背离本发明的精神或者范围内,可以各种不同方式修改所描述的示例性实施方式。

[0044] 在附图中,为清晰起见,夸大了各个层、膜、面板、区域等的厚度。类似参考标号在整个本说明书中指代类似元件。应当理解的是,当诸如层、膜、区域或者基板等元件被称为“在另一元件上”时,其可以直接位于另一元件上,或者还可以存在中间元件。相反,当一个元件被称为“直接在另一元件上”时,则不存在中间元件。

[0045] 应当理解的是,尽管本发明中的术语“第一”、“第二”、“第三”等可用于描述各种元件、部件、区域、层和 / 或部分,然而,这些元件、部件、区域、层和 / 或部分不应局限于这些术语。这些术语仅用于区分一个元件、部件、区域、层或者部分与另一元件、部件、区域、层或者部分。因此,在不背离本发明教导的情况下,下面所讨论的“第一元件”、“部件”、“区域”、“层”或者“部分”可被称为第二元件、部件、区域、层或者部分。

[0046] 本发明中所使用的术语仅用于描述具体实施方式,而并不是限制性的。如本发明中使用的,除非上下文另有明确指示,否则,单数形式“一个 (a)”、“一个 (an)”以及“该”

旨在包括复数形式,包括“至少一个”。“或者”指“和 / 或”。如本发明中使用的,术语“和 / 或”包括关联列出的项中的任意一项以及一项或者多项的所有组合。应当进一步理解的是,当本说明书中使用术语“包括 (comprises)”、和 / 或“包括 (comprising)”、或者“包括 (includes)”和 / 或“包括 (包含) (including)”时,是指存在所述特征、区域、整数、步骤、操作、元件和 / 或部件,但是,并不排除存在或增添一种或者多种其他特性、区域、整数、步骤、操作、元件、部件、和 / 或其组。

[0047] 而且,本发明中的相关术语,诸如,“下”或者“底部”以及“上”或者“顶部”可用于描述一个元件与图中示出的另一元件的关系。应当理解的是,相关术语旨在包括除图中所述方位之外的设备的不同方位。例如,如果将图中一个的设备翻转,描述为位于其他元件“下”侧上的元件可被定位在其他元件的“上”侧。因此,示例性术语“下”包括“下”和“上”两个方位,这取决于图的具体方位。同样,如果将图中一个的设备翻转,描述为在其他元件“下面”或者“下方”的元件可被定位在其他元件“上面”。因此,示例性术语“下面”或者“下方”可包括上面和下面两个方位。

[0048] 考虑到所讨论的测量和与具体数量的测量相关的误差(即,测量系统局限性),本发明中使用的“约”或者“大约”包括由本领域普通技术人员确定的特定值的偏差的可接受范围内的规定值和平均值。例如,“约”可指在一个或者多个标准偏差内,或者在规定值 $\pm 30\%$ 、 20% 、 10% 、 5% 内。

[0049] 除非另有规定,否则,本发明使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)均具有与本公开所属领域中普通技术人员通常理解的相同的含义。应当进一步理解的是,诸如通用使用词典中定义的术语应被解释为具有与相关领域和本公开上下文中一致的含义,并且将不得以理想化或者过度形式的意义进行解释,除非本公开中明确如此规定。

[0050] 将参考作为理想化示例性实施方式的示意图的截面图描述示例性实施方式。因此,例如,预计会因制造技术和 / 或容差而产生从示图的形状的变化。因此,本文中所述的示例性实施方式不得被解释为限制本文中所示出的区域的具体形状,而是包括例如因制造而产生的形状偏差。例如,通常,图示或者描述为平坦的区域可具有粗糙和 / 或非线性特征。而且,示出的锐角可能被圆滑化。因此,图中示出的区域在本质上是示意性的并且其形状并不旨在示出区域的精确形状,并且也不旨在限制本权利要求的范围。

[0051] 现将参考附图详细地描述根据本发明的示例性实施方式的液晶显示器(“LCD”)。

[0052] 图 2 是根据本发明的示例性实施方式的 LCD 的一个像素的等效电路图。将参考图 2 描述根据本发明的示例性实施方式的 LCD 的信号线和像素的布置及其驱动方法。

[0053] LCD 的像素 PX 可包括多条信号线,多条信号线包括传输栅极信号的栅极线 GL、传输数据信号的数据线 DL、以及传输分压基准电压的分压基准电压线 RL;第一开关元件 Qa、第二开关元件 Qb 以及第三开关元件 Qc,第一开关元件 Qa、第二开关元件 Qb 以及第三开关元件 Qc 连接至信号线;以及第一液晶电容器 Clca 和第二液晶电容器 Clcb。

[0054] 第一开关元件 Qa 和第二开关元件 Qb 分别连接至栅极线 GL 和数据线 DL,并且第三开关元件 Qc 连接至第二开关元件 Qb 的输出端子和分压基准电压线 RL。第一开关元件 Qa 和第二开关元件 Qb 是三端子元件,诸如,薄膜晶体管(“TFT”),并且其控制端子与栅极线 GL 连接,并且其输入端子与数据线 DL 连接。第一开关元件 Qa 的输出端子连接至第一液晶电容器 Clca,并且第二开关元件 Qb 的输出端子连接至第二液晶电容器 Clcb 和第三开关元

件 Qc 的输入端子。第三开关元件 Qc 也是三端子元件, 诸如, TFT, 并且其控制端子与栅极线 GL 连接, 其输入端子与第二液晶电容器 Clcb 连接, 并且其输出端子与分压基准电压线 RL 连接。

[0055] 当将栅极导通信号施加给栅极线 GL 时, 连接至栅极线 GL 的第一开关元件 Qa、第二开关元件 Qb 以及第三开关元件 Qc 接通。因此, 施加给数据线的的数据电压通过接通的第一开关元件 Qa 和第二开关元件 Qb 被施加给第一子像素电极 PEa 和第二子像素电极 PEb。因为施加给第一子像素电极 PEa 和第二子像素电极 PEb 的数据电压彼此相同, 所以第一液晶电容器 Clca 和第二液晶电容器 Clcb 以与共用电压和数据电压之间的差值相同的电压值充电, 但同时, 第二液晶电容器 Clcb 中充电的电压通过接通的第三开关元件 Qc 被分压。因此, 第二液晶电容器 Clcb 中充电的电压减少了共用电压与分压基准电压之间的差。

[0056] 改变第一液晶电容器 Clca 中充电的电压和第二液晶电容器 Clcb 中充电的电压, 使得第一子像素和第二子像素中液晶分子的倾斜角度不同, 由此两个子像素之间的亮度不同。当适当调整第一液晶电容器 Clca 的电压和第二液晶电容器 Clcb 的电压时, 从侧面观看的图像可在最大程度上接近于从正面观看的图像, 从而改善侧面可视性。

[0057] 在示出的示例性实施方式中, 像素 PX 包括连接至分压基准电压线 RL 的第二液晶电容器 Clcb 和第三开关元件 Qc, 从而使得第一液晶电容器 Clca 中充电的电压和第二液晶电容器 Clcb 中充电的电压彼此不同, 但是, 可根据示例性实施方式配置而不同。例如, 在一个示例性实施方式中, 第二液晶电容器 Clcb 可连接至降压电容器。具体地, 像素 PX 可包括第三开关元件 Qc (第三开关元件 Qc 包括连接至降压栅极线的第一端子、连接至第二液晶电容器 Clcb 的第二端子以及连接至降压电容器的第三端子), 使得在降压电容器中充电第二液晶电容器 Clcb 中充电的一些电荷量, 由此可彼此不同地设置第一液晶电容器 Clca 和第二液晶电容器 Clcb 的充电电压。在另一示例性实施方式中, 第一液晶电容器 Clca 和第二液晶电容器 Clcb 可连接至不同的数据线, 从而分别接收不同的数据电压, 使得可彼此不同地设置第一液晶电容器 Clca 和第二液晶电容器 Clcb 的充电电压。

[0058] 将参考图 3 至图 5 描述根据图 2 中示出的示例性实施方式的 LCD 的结构。图 3 是示出了根据本发明的示例性实施方式的 LCD 的一个像素的示例性实施方式的平面图, 并且图 4 是沿着图 3 中 LCD 的线 III-III 截取的截面图。图 5 是示出了根据本发明的示例性实施方式的 LCD 的像素电极的基本区域的俯视平面图。

[0059] 首先, 参考图 3 和图 4, 根据示例性实施方式的 LCD 包括面向彼此的下面板 100 和上面板 200、插入在下面板 100 与上面板 200 之间的液晶层 3、以及附接至下面板 100 和上面板 200 的外表面的一对偏振器 (未示出)。

[0060] 首先, 将描述下面板 100。

[0061] 包括栅极线 121 和分压基准电压线 131 的栅极导体设置在包括透明玻璃或者塑料的绝缘基板 110 上。栅极线 121 包括第一栅电极 124a、第二栅电极 124b、第三栅电极 124c 以及用于连接另一层或者外部驱动电路的宽端部 (未示出)。分压基准电压线 131 包括第一存储电极 135 和 136 以及基准电极 137。此外, 还提供不与分压基准电压线 131 连接、但与第二子像素电极 191b 重叠的第二存储电极 138 和 139。

[0062] 栅极绝缘层 140 设置在栅极线 121 和分压基准电压线 131 上, 并且第一半导体 154a、第二半导体 154b 以及第三半导体 154c 设置在栅极绝缘层 140 上。多个欧姆接触

163a、165a、163b、165b、163c 以及 165c 设置在半导体 154a、154b 以及 154c 上。

[0063] 数据导体（包括包含第一源电极 173a 和第二源电极 173b 的多条数据线 171、第一漏电极 175a、第二漏电极 175b、第三源电极 173c 以及第三漏电极 175c）设置在欧姆接触 163a、165a、163b、165b、163c 以及 165c 和栅极绝缘层 140 上。通过使用一个掩模可同时提供数据导体和设置在数据导体下方的半导体和欧姆接触。数据线 171 包括与另一层或者外部驱动电路连接的宽端部（未示出）。

[0064] 第一栅电极 124a、第一源电极 173a、以及第一漏电极 175a 与第一半导体 154a 一起提供第一 TFT Qa，并且 TFT 的沟道设置在第一源电极 173a 与第一漏电极 175a 之间的第一半导体 154a 上。类似地，第二栅电极 124b、第二源电极 173b、以及第二漏电极 175b 与第二半导体 154b 一起提供第二 TFT Qb，并且其沟道设置在第二源电极 173b 与第二漏电极 175b 之间的半导体 154b 上。第三栅电极 124c、第三源电极 173c 以及第三漏电极 175c 与第三半导体 154c 一起提供第三 TFT Qb，并且沟道设置在第三源电极 173c 与第三漏电极 175c 之间的半导体 154c 上。第二漏电极 175b 与第三源电极 173c 连接，并且包括宽扩展部 177。

[0065] 第一钝化层 180p 设置在数据导体 171、173c、175a、175b 以及 175c 和半导体 154a、154b 以及 154c 的暴露部分上。在示例性实施方式中，第一钝化层 180p 可包括无机绝缘层，诸如，氮化硅或者氧化硅。第一钝化层 180p 可有效防止滤色器 230 的颜料流入半导体 154a、154b 以及 154c 的暴露部分中。

[0066] 滤色器 230 设置在第一钝化层 180p 上。滤色器 230 在沿相邻两条数据线的垂直方向上延伸。

[0067] 第二钝化层 180q 设置在滤色器 230 上。在示例性实施方式中，第二钝化层 180q 可包括无机绝缘层，诸如，氮化硅或者氧化硅。第二钝化层 180q 有效防止滤色器 230 翘起并且抑制由于从滤色器 230 流入的有机材料（例如溶剂）而污染液晶层 3，从而有效防止在屏幕驱动过程中产生的缺陷，例如余像。

[0068] 第一钝化层 180p 和第二钝化层 180q 设置有第一接触孔 185a 和第二接触孔 185b，通过第一接触孔 185a 和第二接触孔 185b 暴露第一漏电极 175a 和第二漏电极 175b。第一钝化层 180p、第二钝化层 180q 以及栅极绝缘层 140 设置有使基准电极 137 的一部分和第三漏电极 175c 的一部分暴露的第三接触孔 185c，并且连接元件 195 覆盖第三接触孔 185c。连接元件 195 电连接通过第三接触孔 185c 暴露的基准电极 137 和第三漏电极 175c。

[0069] 多个像素电极 191 设置在第二钝化层 180q 上。相应像素电极 191 彼此分离且栅极线 121 插入它们之间，并且包括在基于栅极线 121 的列方向上邻近的第一子像素电极 191a 和第二子像素电极 191b。在示例性实施方式中，像素电极 191 可包括透明导电材料。诸如，氧化铟锡（“ITO”）和氧化铟锌（“IZO”），或者可包括反光金属，诸如，铝、银、铬及其合金。

[0070] 第一子像素电极 191a 和第二子像素电极 191b 中的每个包括图 5 中示出的一个或者多个基础电极或者基础电极的变形。

[0071] 第一子像素电极 191a 和第二子像素电极 191b 通过第一接触孔 185a 和第二接触孔 185b 分别与第一漏电极 175a 和第二漏电极 175b 物理地电连接，并且从第一漏电极 175a 和第二漏电极 175b 接收数据电压。施加给第二漏电极 175b 的一些数据电压通过第三源电极 173c 被分压，使得被施加给第一子像素电极 191a 的电压的大小大于被施加给第二子像素电极 191b 的电压的大小。

[0072] 被施加数据电压的第一子像素电极 191a 和第二子像素电极 191b 与下面所描述的上面板 200 的共用电极 270 一起产生电场,从而确定两个电极 191 与 270 之间的液晶层 3 的液晶分子的方向。穿过液晶层 3 的光的亮度根据如上所述的液晶分子的确定方向而改变。

[0073] 下配向层 11 设置在像素电极 191 上。下配向层 11 包括配向调整层 11a 和预倾调整层 11b。

[0074] 配向调整层 11a 包括包含垂直配向材料的聚合物。在一个示例性实施方式中,配向调整层 11a 可以是包含二酞酰类单体(诸如脂环二酞酰类单体)、二胺类单体(诸如芳族二胺类单体、以及脂肪族环取代的芳族二胺类单体)、以及作为交联剂(crosslinker)的芳族环氧化物类单体的聚合物。在一个示例性实施方式中,例如,配向调整层 11a 可包括聚合物类材料中的至少一种,诸如聚酰胺、聚酰胺酸、聚硅氧烷、尼龙、聚乙烯醇(“PVA”)以及聚氯乙烯(“PVC”)。

[0075] 预倾调整层 11b 包括其中垂直配向材料与包括反应性介晶(“RM”)的单体彼此化学键接的聚合物。在示例性实施方式中,例如,预倾调整层 11b 中包括的聚合物可包括诸如脂环二酞酰类单体的二酞酰类单体和二胺类单体(诸如感光性二胺类单体、烷基化芳族二胺类单体以及芳族二胺类单体)。

[0076] 聚合物的感光性二胺类单体是包括反应性介晶的单体并且用于确定下配向层 11 的预倾调整层 11b 的预倾方向。在一个示例性实施方式中,配向调整层 11 的聚合物与预倾调整层 11b 的包括 RM 的聚合物可彼此化学键接。

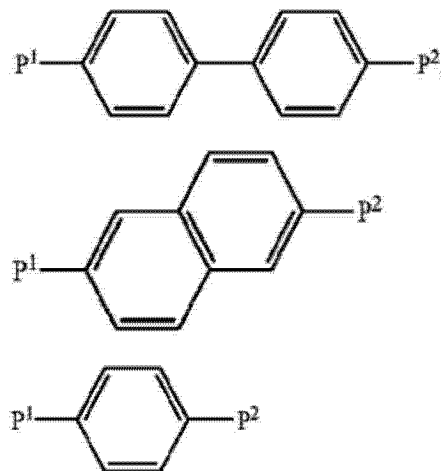
[0077] 例如, RM 是通过诸如紫外线(“UV”)等光被光固化以将预倾限制在一个方向上的材料。在一个示例性实施方式中, RM 可以由下式表达的化合物。

[0078] $P1-A1-(Z1-A2)_n-P2$,

[0079] 其中, P1 和 P2 独立选自丙烯酸酯基、甲基丙烯酸酯基、乙烯基、乙烯氧基以及环氧基, A1 和 A2 独立选自 1,4-亚苯基和萘-2,6-二基, Z1 是 COO-、OCO- 以及单键中的一个, 并且 n 是 0、1、以及 2 中的一个。

[0080] 更详细地,例如可以由以下式中的一个表示的化合物。

[0081]



[0082] 此处, P1 和 P2 独立选自例如丙烯酸酯基、甲基丙烯酸酯基、乙烯基、乙烯氧基或环氧基。

[0083] 现将描述上面板 200。

[0084] 遮光件 220 设置在绝缘基板 210 上。遮光件 220 还被称为黑矩阵 (black matrix), 并且有效防止光泄漏。在具有与像素电极 191 的形状几乎相同形状的遮光件 220 中限定面向像素电极 191 的多个开口 (未示出)。遮光件 220 有效防止像素电极 191 之间的光泄漏。遮光件 220 可包括对应于栅极线 121 和数据线 171 的一部分和对应于 TFT 的一部分。取决于示例性实施方式, 遮光件 220 仅可设置在下面板 100 上, 或者可设置在上面板 200 和下面板 100 上。

[0085] 保护层 (overcoat) 250 设置在遮光件上。保护层 250 可包括有机绝缘材料并且提供平坦表面。取决于示例性实施方式, 可省去保护层 250。

[0086] 共用电极 270 设置在保护层 250 上。共用电极 270 可包括透明导体, 诸如, ITO 和 IZO。

[0087] 上配向层 21 设置在共用电极 270 上。类似于下配向层 11, 上配向层 21 包括配向调整层 21a 和预倾调整层 21b。配向调整层 21a 和预倾调整层 21 的详细配置以及它们之间的关系可与在下配向层 11 中描述的详细配置及它们之间的关系相同。上配向层 21 可包括与下配向层 11 相同的材料。在上配向层 21 和下配向层 11 包括彼此不同的材料的情况下, 例如, 可能产生诸如余像等许多问题。然而, 即使上配向层 21 和下配向层 11 包括相同材料, 由上配向层 21 的配向调整层 21a 提供的预倾角与由下配向层 11 的配向调整层 11a 提供的预倾角可彼此不同。

[0088] 液晶层 3 包括多个液晶分子 31, 并且在不将电压施加给两个电场产生电极 191 和 270 的状态下, 液晶分子 31 对准以垂直于两个基板 110 和 210 的表面, 并且对准以具有在与像素电极 191 的切出图案 (cutout pattern) 的纵向方向相同的方向上倾斜的预倾。通过下配向层 11 和上配向层 21 中的垂直配向材料可使液晶分子 31 垂直对准, 并且通过下配向层 11 的预倾调整层 11b 和上配向层 21 的预倾调整层 21b 可调整液晶分子 31 的预倾。

[0089] 液晶分子 31 的预倾角可被分割成下配向层 11 的预倾调整层 11b 的下面板侧预倾角和上配向层 21 的预倾调整层 21b 的上面板侧预倾角, 并且下面板侧预倾角与上面板侧预倾角彼此不同。在一个示例性实施方式中, 角度之差可以为大约 0.8 度以上, 并且上面板侧预倾角可小于下面板侧预倾角。

[0090] 将参考图 5 描述像素电极 191 的基础电极。

[0091] 如图 5 所示, 基础电极的整体形状为四边形, 并且包括十字形主干部分, 十字形主干部分包括水平主干部 193 和正交于水平主干部 193 的垂直主干部 192。此外, 由水平主干部 193 和垂直主干部 192 将基础电极分割成第一子区域 Da、第二子区域 Db、第三子区域 Dc、以及第四子区域 Dd, 并且第一至第四子区域 Da、Db、Dc 以及 Dd 分别包括多个第一细分支部 194a、多个第二细分支部 194b、多个第三细分支部 194c、以及多个第四细分支部 194d。

[0092] 第一细分支部 194a 从水平主干部 193 或者垂直主干部 192 在左上方向上倾斜延伸, 并且第二细分支部 194b 从水平主干部 193 或者垂直主干部 192 在右上方向上倾斜延伸。第三细分支部 194c 从水平主干部 193 或者垂直主干部 192 在左下方向上倾斜延伸, 并且第四细分支部 194d 从水平主干部 193 或者垂直主干部 192 在右下方向上倾斜延伸。

[0093] 第一至第四细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 相对于栅极线 121a 和 121b 或者水平主干部 193 形成大约 45 度或者 135 度。此外, 第一至第四子区域 Da、Db、Dc 以及 Dd 中邻近两个子区域的细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 可彼此正交。

[0094] 细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的宽度可以为约 2.5 微米 (μm) 至约 5.0 μm ，并且一个子区域 Da、Db、Dc 或者 Dd 中邻近的细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 之间的间隔可以为约 2.5 μm 至约 5.0 μm 。在与分支部延伸的方向基本垂直的方向（例如，纵向方向）上可采用该宽度和间隔。

[0095] 根据本发明的示例性实施方式，细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的宽度可随着接近于水平主干部 193 或者垂直主干部 192 而增加，并且一个细分支部 194a、194b、194c 或者 194d 中具有最大宽度的部分与具有最小宽度的部分之间的差可以为约 0.2 μm 至约 1.5 μm 。

[0096] 第一子像素电极 191a 和第二子像素电极 191b 通过第一接触孔 185a 和第二接触孔 185b 与第一漏电极 175a 或者第二漏电极 175b 连接，并且从第一漏电极 175a 和第二漏电极 175b 接收数据电压。在这种情况下，第一至第四细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的边使电场扭曲，从而创建确定液晶分子 31 的倾斜方向的水平分量。电场的水平分量几乎水平于第一至第四细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的边。因此，如图 5 所示，液晶分子 31 在平行于细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的纵向方向的方向上倾斜。像素电极 191 包括四个子区域 Da 至 Dd，其中，细分支部 194a、194b、194c 以及 194d 的纵向方向彼此不同，使得液晶分子 31 倾斜的方向为大约四个方向，并且液晶分子 31 的配向方向彼此不同的四个域 (domain) 设置在液晶层 3 上。如上所述，当改变液晶分子倾斜的方向时，LCD 的基准视角增加。

[0097] 现将参考图 6 描述弯曲 LCD 中发生的显示质量恶化。图 6 是示出了由于弯曲显示面板中产生的上面板与下面板之间未对准导致的预倾方向未对准的示例性实施方式的示图。

[0098] 同时参考图 4 和图 5，液晶层 3 的液晶分子 31 在不施加电场的状态下对准为具有在与像素电极 191 的切出图案的纵向方向相同的方向上倾斜的预倾，并且对于液晶分子 31 的预倾，设置在下面板 100 和上面板 200 的配向层 11 和 21 上的预倾调整层 11b 和 21b 具有在与像素电极 191 的切出图案相同的方向上倾斜的预倾。

[0099] 预倾调整层 11b 和 21b 的预倾在下面板 100 和上面板 200 面向彼此的位置设置在相同的方向上，其可表示为图 6 的左图中示出的对准状态。然而，当为了提供弯曲显示面板而使显示面板弯曲时，下面板与上面板之间的对准扭曲，因此，如同图 6 中的右图的虚线正方形所指示的部分，出现其中下面板 100 的预倾调整层 11b 的预倾方向与上面板 200 的预倾调整层 21b 的预倾方向未对准的区域。在该区域中产生液晶分子 31 倾斜的方向性问题，因此，屏幕中产生纹理。根据本发明，在下预倾调整层 11b 的预倾角与上预倾调整层 21b 的预倾角被彼此不同地提供的情况下，可以减少或者有效防止屏幕上产生纹理。

[0100] 图 7 是示出了作为模拟图像的根据下面板侧预倾角与上面板侧预倾角之间的差的显示质量的示图。

[0101] 在图 7 中，将 4V 电压施加给位于上部线中的五对像素，并且将 8V 电压施加给位于下部线中的五对像素。在每条线的一对像素中，左侧是上面板侧预倾方向与下面板侧预倾方向对准的状态，并且右侧是上面板侧预倾方向与下面板侧预倾方向未对准 30 μm 的状态。模拟显示状态，同时在将下面板侧预倾角固定为 1 度的状态下，将上面板侧预倾角从 1 度逐渐降低至 0 度。

[0102] 可以看出,在上部线与下部线中,随着上面板侧预倾角减少,纹理的产生逐渐减弱,并且当预倾角为 0.2 度时,几乎不产生纹理,并且当预倾角为 0 度时,纹理完全消失。下面表 1 中示出了弯曲显示面板中有关透射率和亮度变化的模拟结果。

[0103] (表 1)

[0104]

预倾 (度)			透射率模拟 (a.u.)		亮度变化 (%)
下面板	上面板	δ	对准	30 μm 未对准	
1.0	0	1.0	0.17072	0.17072	0.0
	0.2	0.8	0.17191	0.16988	-1.2
	0.5	0.5	0.17339	0.16651	-4.0
	0.8	0.2	0.17459	0.1625	-6.9
	1	0.0	0.17527	0.15955	-9.0

[0105] 参考表 1, δ 表示上面板侧预倾角与下面板侧预倾角之间的差,并且以吸光度单位 (a. u.) 测量透射率模拟。如表 1 中所示,当在下面板侧预倾角和上面板侧预倾角均为 1 度的条件下下面板与上面板未对准时,亮度降低大约 9%。当预倾角之差为 0.8 度以上时,即使对准扭曲,亮度偏差也降低至大约 1.2% 以下的水平,并且当预倾角之间的差为大约 1 度时,亮度偏差为 0。

[0106] 现将参考图 8 至图 10 描述配向层被设置为在下面板侧预倾角与上面板侧预倾角之间具有差异的示例性实施方式。

[0107] 图 8 是根据本发明的示例性实施方式的 LCD 的制造方法的流程图。

[0108] 如图 8 所示,首先,制造下面板和上面板 (S1)。此处,制造下面板指制造除下配向层之外的 TFT 面板。在示例性实施方式中,通过提供参考图 2 至图 5 所描述的被设置在绝缘基板上的栅极导体、数据导体、TFT、滤色器、像素电极等制造下面板。制造上面板指制造除上配向层之外的对向面板,作为 TFT 面板的对向面板。在一个示例性实施方式中,通过将遮光件、共用电极等设置在绝缘基板上提供上面板。根据示例性实施方式,遮光件仅可设置在下面板上,或者可设置在上面板和下面板两者上。

[0109] 接着,将包括 RM 的配向材料施加到如上所述地制造的下面板和上面板上 (S2)。可通过诸如喷墨印刷和滚动印刷 (roll printing) 等方法施加配向材料。在一个示例性实施方式中,被施加到下面板和上面板中的配向材料可彼此相同。在一个示例性实施方式中,配向层与给出的有关配向层的描述相同。

[0110] 接着,通过固化被施加到各个面板上的配向材料来提供包括配向调整层和预倾调整层的配向层 (S3)。配向材料的固化可包括低温下的预固化和高温下的主固化。

[0111] 预固化指在例如大约 70 摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 至大约 100 $^{\circ}\text{C}$ 加热配向材料,并且使配向材料的溶剂蒸发,并且通过预固化使配向材料内的组合相位分离。由于配向材料内成分的极性差异而产生相分离,并且具有相对较大极性的材料移动至电极的周围区域,而具有相对较小极性的材料移动到该周围区域上方。

[0112] 主固化指例如在大约 200 $^{\circ}\text{C}$ 至大约 250 $^{\circ}\text{C}$ 加热配向材料,并且使配向层堆叠,其中,具有相对较大极性的材料,例如,提供配向调整层的聚合物层设置在下侧,并且具有相对较小极性的材料,例如,提供预倾调整层的聚合物层设置在上侧。如上所述,提供预倾调

整层的聚合物为包括 RM 的单体链接至另一单体的聚合物。

[0113] 接着,仅将上面板暴露于 UV(S4)。因此,在不提供预倾的状态下,光固化设置在上面板上的配向层的全部或部分 RM。因此,在上面板的配向层中,减少了未被光固化的、布置在与液晶分子相同的方向上以在稍后的暴露于 UV 电场的过程中形成预倾的反应性介晶的量。以大约 5 焦耳 / 平方厘米 (J/cm^2) 至大约 $30J/cm^2$ 的强度持续进行 UV 曝光约 20 分钟至约 1 小时,但并不局限于此。根据本发明的示例性实施方式,可在下面板而非上面板上执行 UV 曝光。

[0114] 接着,提供液晶层并且将两个面板彼此粘接(S5)。可在粘接两个面板之前或者之后进行液晶层的形成。即,通过诸如喷墨印刷等方法使液晶滴落在任何一个面板上,然后,将另一面板粘接到该面板上,两个面板彼此粘接,然后,可通过两个面板之间的注入开口注入液晶。

[0115] 接着,将粘接后的面板暴露于紫外线电场(S6)。此处,如本领域技术人员已知,暴露于 UV 电场是指改变配向,使得在包括 RM 的化合物布置在与液晶分子相同的方向上的状态下,通过将电场施加给液晶并且照射 UV,使液晶分子具有所需方向上的预倾和角度。当将 UV 照射到包括 RM(布置在与液晶分子相同的方向上)的化合物时, RM 被光固化。因此,在被布置在与周围区域中的液晶分子相同的方向上的状态下,预倾调整层的包括 RM 的化合物被固化。

[0116] 然而,在操作 S4 中,已经将上面板暴露于 UV,使得上面板的 RM 中的至少一些被光固化。因此,即使将面板粘接,然后暴露于 UV 电场,被布置在与液晶分子相同的方向上以被光固化的反应性介晶可少于下面板中的反应性介晶或者可能几乎不存在。因此,通过上面板的预倾调整层的预倾小于通过下面板的预倾调整层的预倾,使得可建立上面板与下面板的预倾角之间的差。

[0117] 图 9 是根据本发明的另一示例性实施方式的 LCD 的制造方法的流程图,并且图 10 是示出了根据配向材料的固化温度而变化的预倾角的图。

[0118] 图 9 的示例性实施方式类似于图 8 的示例性实施方式,但是,在通过固化配向材料来形成配向层的操作方面不同于图 8 的示例性实施方式,并且不包括仅将上面板暴露于 UV 的操作。

[0119] 具体地,首先,制造下面板和上面板(S1),然后,将包括 RM 的配向材料施加给下面板和上面板(S2)。

[0120] 接着,通过使各个面板的烘培温度不同来固化被施加到各个面板上的配向材料而提供包括配向调整层和预倾调整层的配向层(S3)。在施加配向材料时,涉及在后面在暴露于 UV 电场过程中形成预倾的剩余 RM 量根据固化配向材料的烘培温度而改变。因此,在不同温度条件下烘培的设置的面板之间的液晶层的液晶分子可被布置成具有不同的面板侧预倾角。各个面板的烘培温度的差异可指各个面板的配向材料的预固化温度的差异和 / 或主固化温度的差异。

[0121] 尽管不受理论限制,然而,在预固化温度相对较高的情况下, RM 可更好地相分离,并且在主固化温度相对较高的情况下,可通过热反应使 RM 分解。前一情况意味着涉及预倾的 RM 的量增加,并且后一情况意味着相反的情况。

[0122] 图 10 的图表示在改变预固化温度和主固化温度、然后在相同条件下将配向层暴

露于 UV 电场下提供配向层的情况下液晶分子的预倾角。在图中,水平轴表示固化温度 (M : 主固化温度, P : 预固化温度), 并且垂直轴表示预倾角 (然而, 此处, 垂直轴上标记的值为基于基板的水平表面倾斜的角度, 因此, 通过从 90 度减去图中指示的角度来表示预倾角, 即, 90° 减去图中指示的角度)。在该图中, 方框和连接至各个方框的顶部线和底部线的垂直线表示四分位数。各个方框的底部线、中间线以及顶部线分别指示数据集的第一四分位数、第二四分位数以及第三四分位数。方框上方或者下方的值指示作为数据的中值的第二四分位数。连接至各个方框的顶部线和底部线的垂直线的端点分别指示数据集的最高值和最低值。

[0123] 可以看出, 在预固化温度相对较高并且主固化温度相对较低的情况下 (例如, 自水平轴左侧起的第二数据), 预倾角较大。即使配向材料在相同温度下进行预固化, 但在主固化温度较低的情况下, 预倾角较大。类似地, 即使配向材料在相同温度下进行主固化, 但在预固化温度较高的情况下, 预倾角较大。如上所述, 通过使各个面板的烘培温度不同来提供配向层, 使得在后面可不同地设置液晶分子的各个面板侧预倾角。

[0124] 接着, 提供液晶层并且将两个面板彼此粘接 (S4)。可通过在粘接面板之前滴加液晶或者在粘接面板之后注入液晶来提供液晶层。

[0125] 接着, 将粘接后的面板暴露于 UV 电场 (S5), 并且在配向层的包括 RM 的化合物布置在与液晶分子相同的方向上的状态下, 使 RM 光固化。如上所述, 因为可在各个面板的配向层中通过暴露于 UV 电场而布置的液晶分子的方向上光固化的反应性介晶的量可能由于烘培温度的不同而不同, 所以下面板侧预倾角与上面板侧预倾角可被彼此不同地提供。

[0126] 可组合执行图 8 的示例性实施方式和图 9 的示例性实施方式。在一个示例性实施方式中, 在通过使各个面板的烘培温度不同来提供配向层之后, 在粘接两个面板之前 (或者在形成液晶层之前, 视情况而定), 可将 UV 仅照射到一个面板。

[0127] 尽管已经结合目前视为实用的示例性实施方式描述了本发明, 然而, 应当理解的是, 本发明并不局限于所公开的示例性实施方式, 而是, 相反, 本发明旨在覆盖权利要求书的实质和范围所包括的各种变形和等同配置。

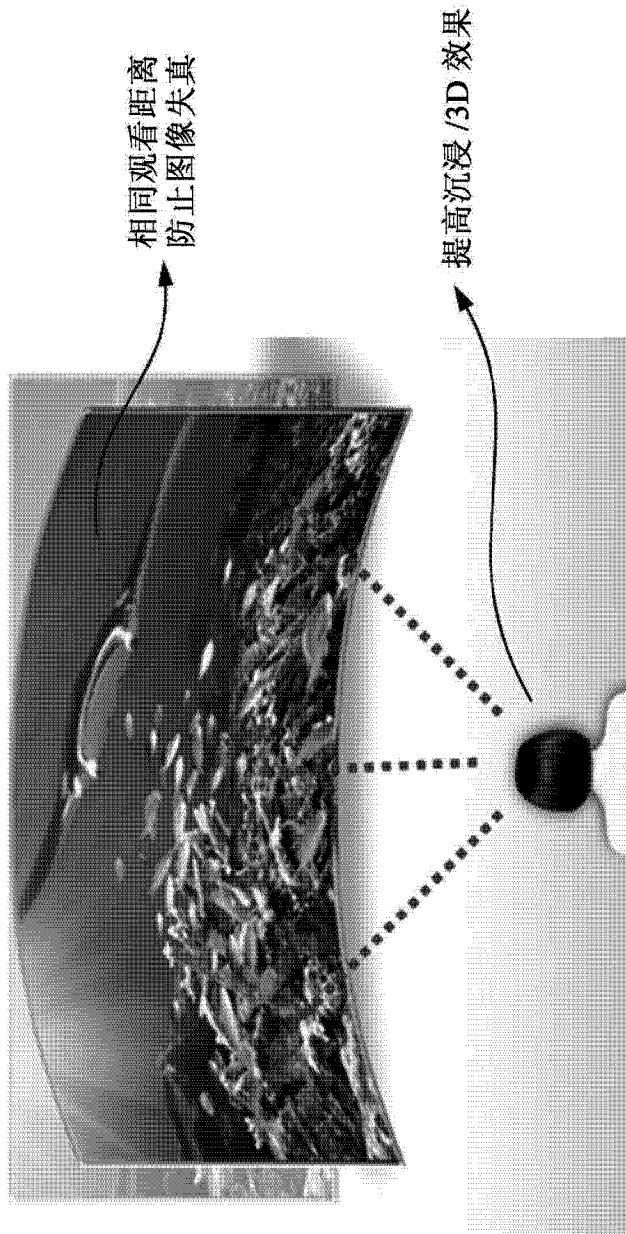


图 1

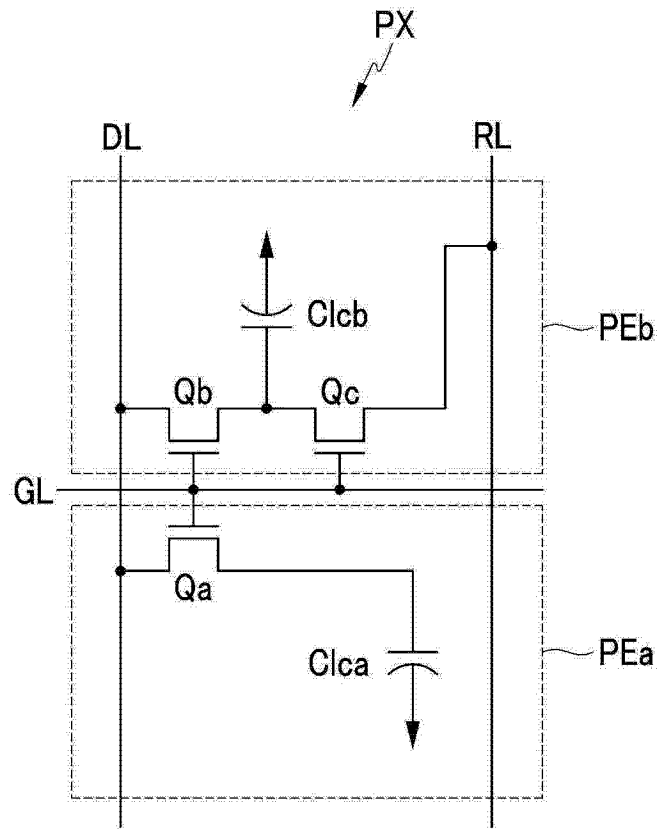


图 2

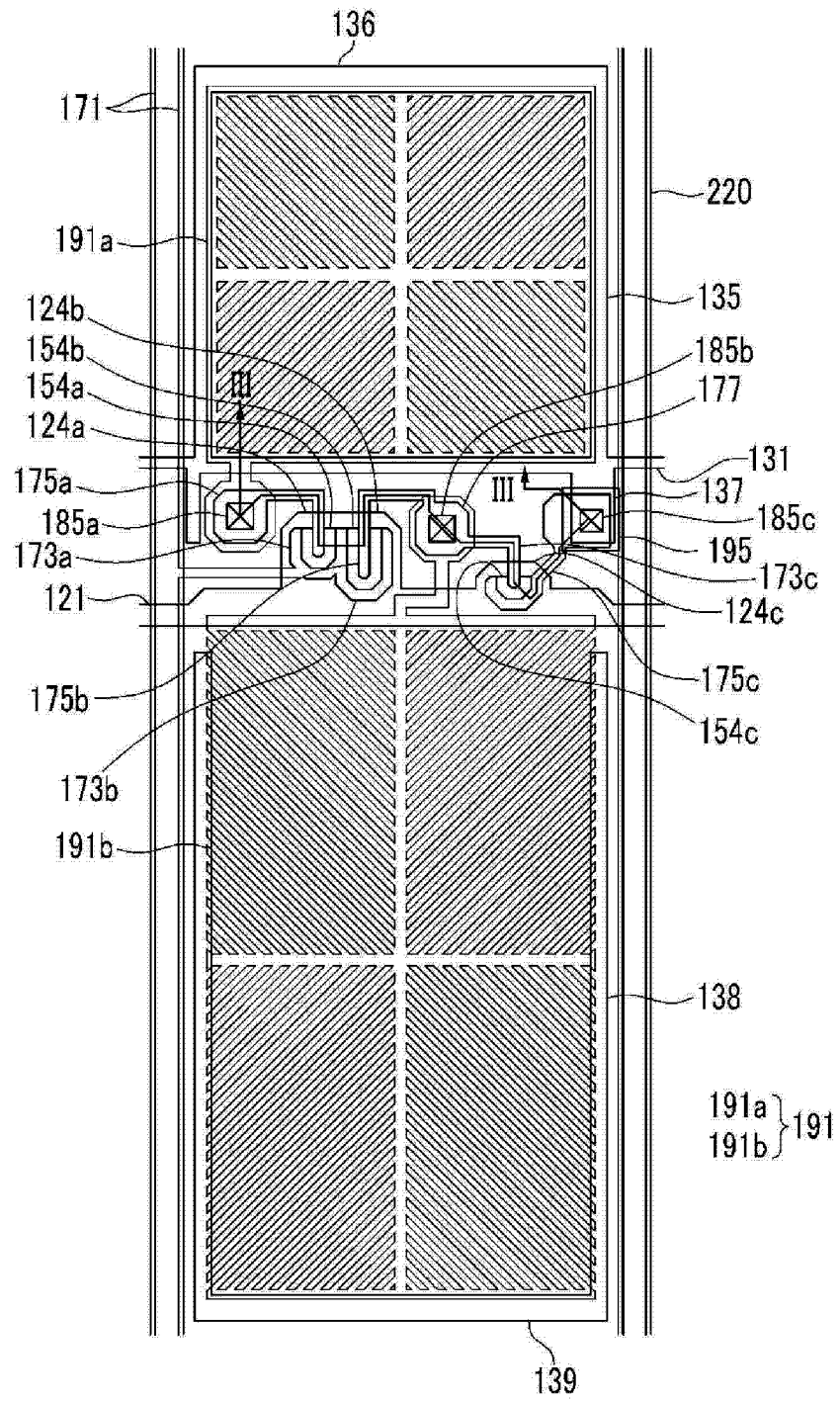


图 3

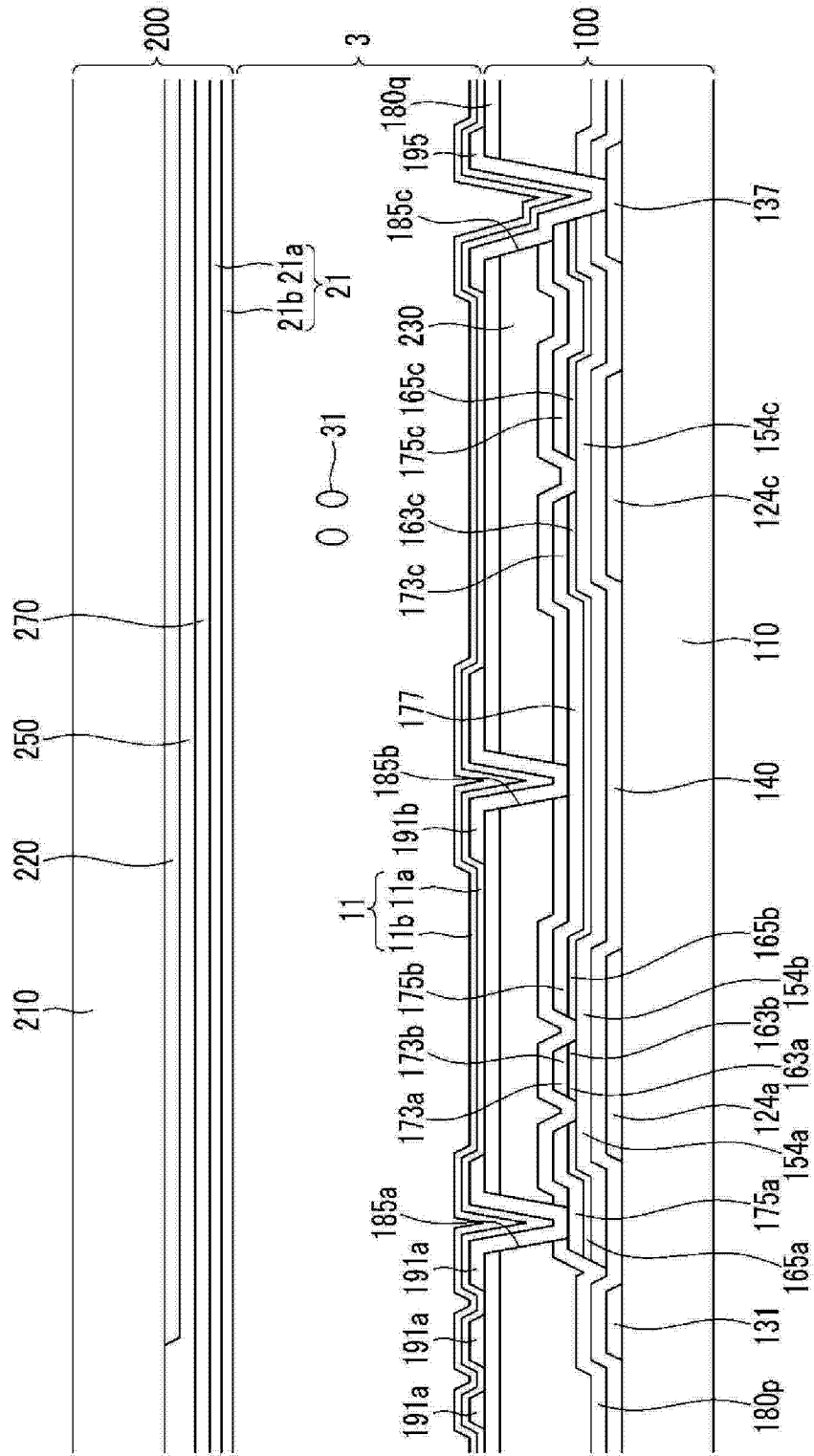


图 4

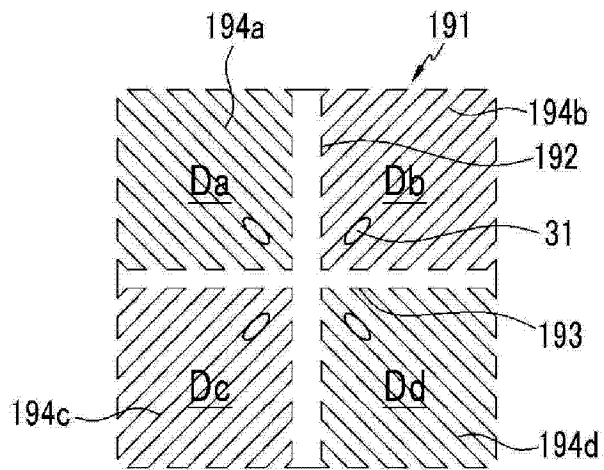


图 5

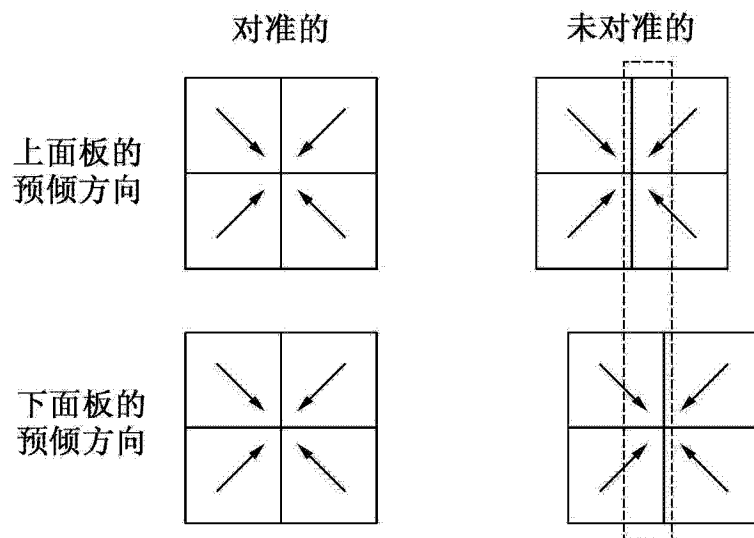


图 6

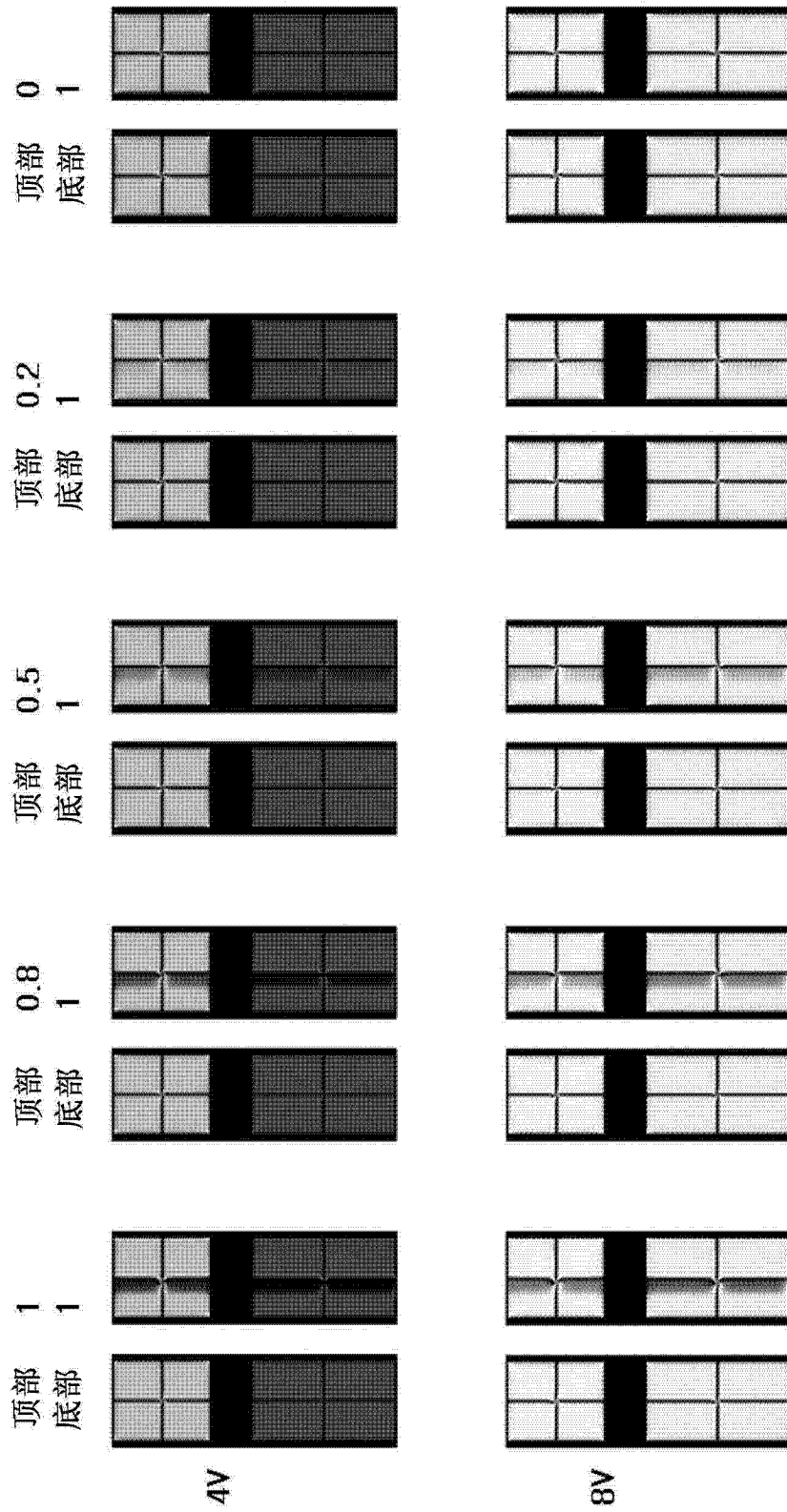


图 7

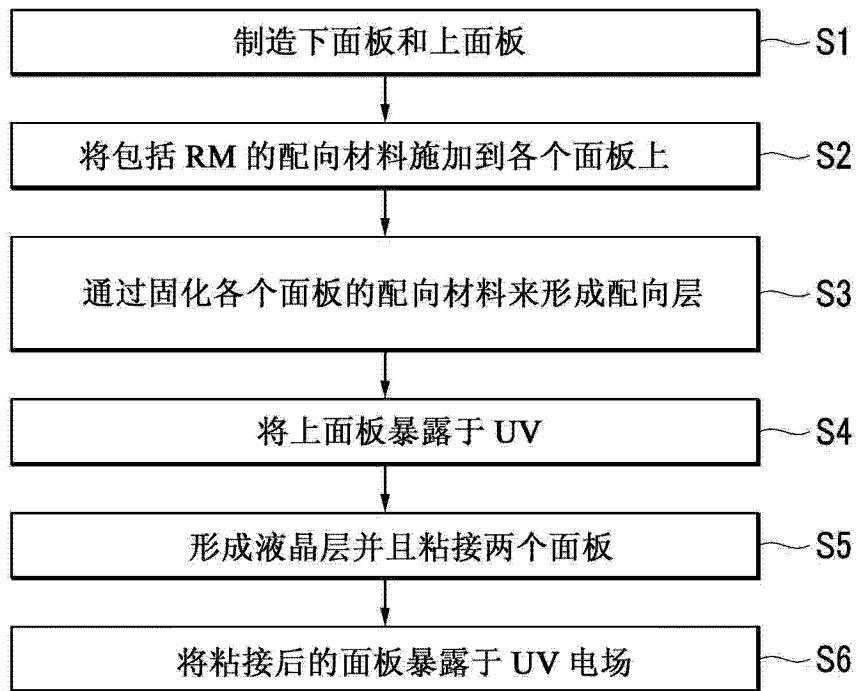


图 8

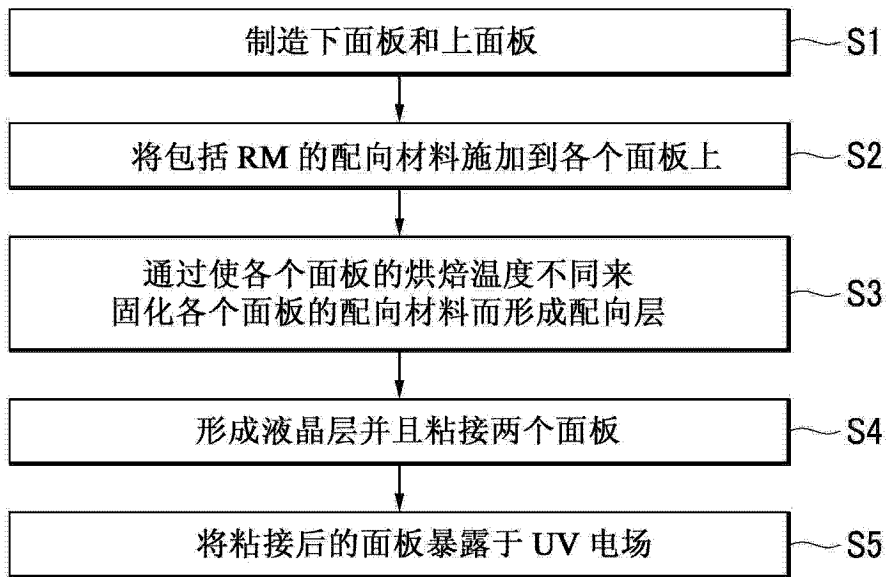


图 9

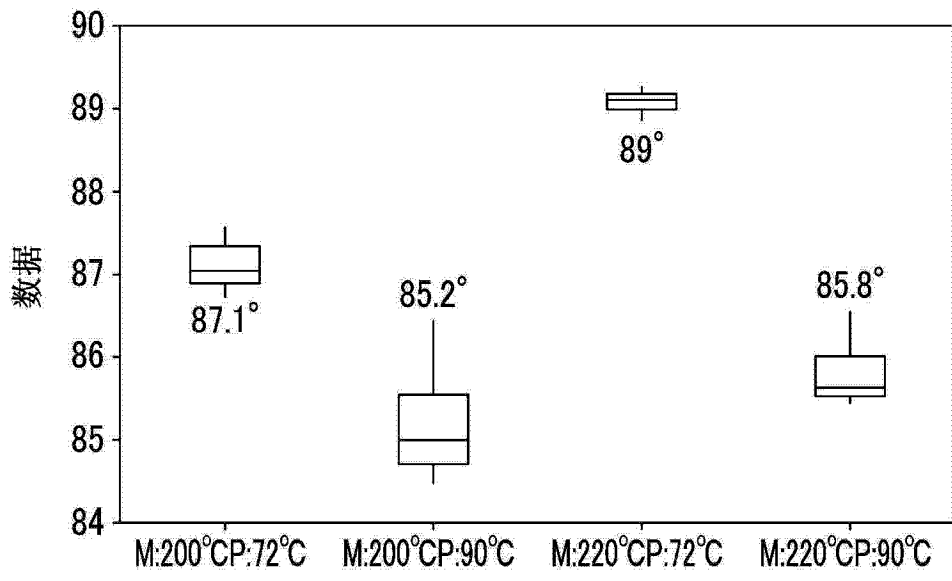


图 10

专利名称(译)	液晶显示器及其制造方法		
公开(公告)号	CN104345498A	公开(公告)日	2015-02-11
申请号	CN201410348019.5	申请日	2014-07-21
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
[标]发明人	金寿桢 权五正 申旗澈		
发明人	金寿桢 权五正 申旗澈		
IPC分类号	G02F1/1337		
CPC分类号	G02F2001/133773 G02F2001/133726 G02F1/133788 G02F2001/133761 G02F1/133753 G02F1/1333 G02F1/133711 G02F1/133723		
代理人(译)	余刚 梁韬		
优先权	1020130087491 2013-07-24 KR		
其他公开文献	CN104345498B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及液晶显示器及其制造方法。该液晶显示器包括：薄膜晶体管面板，薄膜晶体管面板包括第一配向层；对向面板，对向面板包括第二配向层并且与薄膜晶体管面板相对；以及液晶层，液晶层介于薄膜晶体管面板与对向面板之间并且包括液晶分子，其中，由第一配向层提供的预倾角与由第二配向层提供的预倾角之间的差等于或者大于约0.8度。

