



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111752051 A

(43)申请公布日 2020.10.09

(21)申请号 202010228081.6

(22)申请日 2020.03.27

(30)优先权数据

62/826565 2019.03.29 US

(71)申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府堺市堺区匠町1番地

(72)发明人 村田浩二 箕浦洁 坂井彰

川平雄一 中村浩三

(74)专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代

理有限公司 44334

代理人 王娟

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343(2006.01)

G02F 1/1337(2006.01)

G02F 1/137(2006.01)

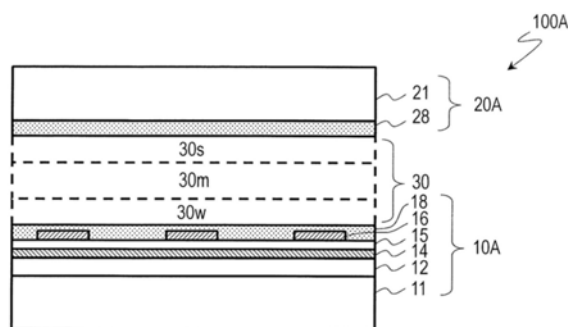
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

液晶显示面板及其制造方法

(57)摘要

液晶显示面板具有设在第一基板与第二基板之间的液晶层,第一基板具有第一电介质基板、设在第一电介质基板上能使液晶层生成横向电场的第一电极及第二电极和与液晶层相接的第一配向膜,第二基板具有第二电介质基板和设在第二电介质基板上与液晶层相接的第二配向膜。第一配向膜具有小于第二配向膜的方位角锚定强度,液晶层包含向列型液晶材料及聚合物网络,聚合物网络使液晶层邻接于第一配向膜的第一液晶区域内的液晶分子以小于邻接于第二配向膜的第二液晶区域内的液晶分子的方位角锚定强度锚定或不锚定,使第一液晶区域与第二液晶区域之间的第三液晶区域的液晶分子以小于第二液晶区域的液晶分子且大于第一液晶区域的液晶分子的方位角锚定强度锚定。



1. 一种液晶显示面板,其特征在于,具有第一基板、第二基板、以及设在所述第一基板与所述第二基板之间的液晶层,

所述第一基板具有第一电介质基板、设在所述第一电介质基板上且能使所述液晶层生成横向电场的第一电极及第二电极、以及与所述液晶层相接的第一配向膜,

所述第二基板具有第二电介质基板、以及设在所述第二电介质基板上且与所述液晶层相接的第二配向膜,

所述第一配向膜具有小于所述第二配向膜的方位角锚定强度,

所述液晶层包含向列型液晶材料及聚合物网络,

所述聚合物网络使所述液晶层的邻接于所述第一配向膜的第一液晶区域内的液晶分子以小于邻接于所述第二配向膜的第二液晶区域内的液晶分子的方位角锚定强度锚定、或不锚定,且,使所述第一液晶区域与所述第二液晶区域之间的第三液晶区域的液晶分子以小于所述第二液晶区域的液晶分子且大于所述第一液晶区域的液晶分子的方位角锚定强度锚定。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示面板,其特征在于,所述第一配向膜的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-7} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-5} \text{J/m}^2$ 以下。

3. 根据权利要求1或2所述的液晶显示面板,其特征在于,所述第二配向膜的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-4} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-3} \text{J/m}^2$ 以下。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的液晶显示面板,其特征在于,所述聚合物网络具有在所述第二液晶区域中的密度高于在所述第一液晶区域中的密度。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的液晶显示面板,其特征在于,所述聚合物网络相对于整个所述液晶层的质量分数为1%以上3%以下。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的液晶显示面板,其特征在于,所述第二液晶区域的厚度为5nm以上500nm以下。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的液晶显示面板,其特征在于,所述聚合物网络并不接触所述第一配向膜。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的液晶显示面板,其特征在于,所述第一基板具有与所述第一电极及所述第二电极中的任一个连接的薄膜晶体管、及设在所述薄膜晶体管上的彩色滤光片层,

所述第一电极及所述第二电极设在所述彩色滤光片层上。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的液晶显示面板,是FFS模式的液晶显示面板。

10. 一种制造如权利要求1至9中任一项所述的液晶显示面板的方法,包括:

工序(a),准备所述第一基板及所述第二基板;

工序(b),准备包含所述向列型液晶材料及光硬化性树脂的液晶组成物材料;

工序(c),在所述第一基板与所述第二基板之间形成所述液晶组成物材料的层;及

工序(d),在所述工序(c)之后,隔着所述第二基板向所述液晶组成物材料照射光,使所述光硬化性树脂硬化,由此形成所述聚合物网络。

液晶显示面板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液晶显示面板,特别涉及横向电场模式的液晶显示面板及其制造方法。

背景技术

[0002] 就In-Plane Switching (IPS:面内开关)模式、Fringe Field Switching (FFS:边缘场开关)模式等横向电场模式的液晶显示面板而言,与现有的纵电场模式(例如,VA模式)的液晶显示面板相比,优势在于 γ (伽马)特性的视角依存性小。然而,希望进一步提升显示品质,尤其希望提升响应速度及显示亮度。

[0003] 作为响应速度、尤其是停止速度(电压断开时的响应速度)的提升方法,例如,专利文献1中公开了如下方法:使覆盖生成横向电场的电极的配向膜的锚定强度小于隔着液晶层而相向的配向膜的锚定强度。

[0004] 而且,专利文献2中公开了如下方法:利用相分离而使液晶层中形成聚合物网络,由此提升停止速度。关于构成这种液晶层的材料,有时称为纳米相分离(Nano-PhaseSeparated:NPS)高速液晶材料。以下,也有时称为“NPSLC”。

[0005] 另一方面,关于显示亮度的提升,例如,专利文献3中记载了如下技术:通过采用N型液晶材料(电介质各向异性为负, $A_e < 0$)的向列型液晶材料,能提升FFS模式的液晶显示面板的显示亮度。

现有技术文献

专利文献

[0006] [专利文献1]特开2009-271390号公报

[专利文献2]国际公开公报第二015/122457号

[专利文献3]特开2010-8597号公报

[专利文献4]美国专利说明书第9753342号

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种进一步提升了响应速度及显示亮度的液晶显示面板及其制造方法。

解决问题的方法

[0008] 根据本发明的实施方式,提供以下项目中记载的解决手段。

[0009] [项目1]

一种液晶显示面板,具有第一基板、第二基板、以及设在所述第一基板与所述第二基板之间的液晶层,

所述第一基板具有第一电介质基板、设在所述第一电介质基板上且能使所述液晶层生成横向电场的第一电极及第二电极、以及与所述液晶层相接的第一配向膜,

所述第二基板具有第二电介质基板、以及设在所述第二电介质基板上且与所述液晶层相接的第二配向膜，

所述第一配向膜具有小于所述第二配向膜的方位角锚定强度，

所述液晶层包含向列型液晶材料及聚合物网络，

所述聚合物网络使所述液晶层的邻接于所述第一配向膜的第一液晶区域内的液晶分子以小于邻接于所述第二配向膜的第二液晶区域内的液晶分子的方位角锚定强度锚定、或不锚定，且，使所述第一液晶区域与所述第二液晶区域之间的第三液晶区域的液晶分子以小于所述第二液晶区域的液晶分子且大于所述第一液晶区域的液晶分子的方位角锚定强度锚定。

[0010] [项目2]

根据项目1所述的液晶显示面板，所述第一配向膜的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-7} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-5} \text{J/m}^2$ 以下。

[0011] [项目3]

根据项目1或2所述的液晶显示面板，所述第二配向膜的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-4} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-3} \text{J/m}^2$ 以下。

[0012] [项目4]

根据项目1至3中任一项所述的液晶显示面板，所述聚合物网络具有在所述第二液晶区域中的密度高于在所述第一液晶区域中的密度。

[0013] [项目5]

根据项目1至4中任一项所述的液晶显示面板，所述聚合物网络相对于所述液晶层整体的质量分数为1%以上3%以下。

[0014] [项目6]

根据项目1至5中任一项所述的液晶显示面板，所述第二液晶区域的厚度为5nm以上500nm以下。

[0015] [项目7]

根据项目1至6中任一项所述的液晶显示面板，所述聚合物网络并不接触所述第一配向膜。

[0016] [项目8]

根据项目1至7中任一项所述的液晶显示面板，所述第一基板具有与所述第一电极及所述第二电极中的任一个连接的薄膜晶体管、及设在所述薄膜晶体管上的彩色滤光片层，

所述第一电极及所述第二电极设在所述彩色滤光片层上。

[0017] [项目9]

根据项目1至8中任一项所述的液晶显示面板，是FFS模式的液晶显示面板。具体而言，所述第一电极及所述第二电极中的一个电极是形成有多个狭缝的导电膜，另一个电极是隔着电介质层而与所述的一个电极相向且无狭缝的实心导电膜。

[0018] [项目10]

一种制造项目1至9中任一项所述的液晶显示面板的方法，包括：

工序(a)，准备所述第一基板及所述第二基板；

工序(b)，准备包含所述向列型液晶材料及光硬化性树脂的液晶组成物材料；

工序(c),在所述第一基板与所述第二基板之间形成所述液晶组成物材料的层;及

工序(d),在所述工序(c)之后,隔着所述第二基板向所述液晶组成物材料照射光,使所述光硬化性树脂硬化,由此,形成所述聚合物网络。

[0019] 向列型液晶材料既可使用电介质各向异性为正的P型液晶材料,也可采用电介质各向异性为负的N型液晶材料。

[0020] 光硬化性树脂可为例如包含甲基丙烯酸单体的紫外线硬化性树脂。甲基丙烯酸单体包含多官能单体。甲基丙烯酸单体优选包含具有液晶原的单体。也可根据紫外线的波长而添加相应的起始剂。

发明效果

[0021] 根据本发明的实施方式,可提供一种进一步提升了响应速度及显示亮度的液晶显示面板及其制造方法。

附图说明

[0022] 图1A是本发明的实施方式中的液晶显示面板100A的1个像素所对应的部分的示意性截面图,且为图1B中的1A-1A'线上的截面图。

图1B是液晶显示面板100A的1个像素所对应的部分的示意性俯视图。

图2是本发明的另一实施方式中的液晶显示面板100B的1个像素所对应的部分的示意性截面图。

具体实施方式

[0023] 以下,参照附图,说明本发明的实施方式中的液晶显示面板及其制造方法。本发明的实施方式并不限于以下例示的类型。

[0024] 图1A及图1B中示意性表示本发明的实施方式中的液晶显示面板100A的结构。液晶显示面板100A包含具有行及列且排列为矩阵状的多个像素,图1A是1个像素所对应的部分的示意性截面图,且为图1B中的1A-1A'线上的截面图。图1B是液晶显示面板100A的1个像素所对应的部分的示意性俯视图。

[0025] 液晶显示面板100A具有TFT基板(第一基板)10A、相向基板(第二基板)20A、及设在TFT基板10A与相向基板20A之间的液晶层30。

[0026] TFT基板10A具有玻璃基板(第一电介质基板)11、设在玻璃基板11上且能使液晶层30生成横向电场的电极14及第二电极16、以及与液晶层30相接的第一配向膜18。液晶显示面板100A是FFS模式的液晶显示面板,此处,第二电极16是形成有多个狭缝16a的导电膜,第一电极14隔着电介质层15而与第二电极16相向,且为无狭缝的实心导电膜。例如,第一电极14是公共电极,第二电极16是像素电极。第二电极16具有多个狭缝16a、及被多个狭缝16a分割的多个直线部分16s。直线部分16s的宽度L例如为 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下,狭缝16a的宽度S例如为超过 $1.0\mu\text{m}$ 且 $10\mu\text{m}$ 以下。此处,例如为 $L=3.5\mu\text{m}$, $S=4.5\mu\text{m}$ 。另外,狭缝16a的根数并不限于图示的示例,只要至少有1根即可,可根据像素的大小等适当变更。

[0027] 相向基板20A具有玻璃基板(第二电介质基板)21、以及设在玻璃基板21上且与液晶层30相接的第二配向膜28。

[0028] 此处,第一配向膜18的方位角锚定强度小于第二配向膜28,液晶层30包含向列型

液晶材料、及聚合物网络(均未图示)。聚合物网络使液晶30层的邻接于第一配向膜18的第一液晶区域30w内的液晶分子以小于邻接于第二配向膜28的第二液晶区域30s内的液晶分子的方位角锚定强度锚定、或不锚定,且,使第一液晶区域30w与第二液晶区域30s之间的第三液晶区域30m的液晶分子以小于第二液晶区域30s的液晶分子且大于第一液晶区域30w内的液晶分子的方位角锚定强度锚定。

[0029] 将配向膜限制液晶分子(指向)的配向方向的力称为锚定强度,对于作用于基板法线方向的液晶分子的旋转的极角锚定强度、与作用于基板面内方向的液晶分子的旋转的方位角锚定强度区分处理。对于横向电场模式的液晶显示面板,只要考虑方位角锚定强度即可。方位角锚定强度可例如采用特开2003-57147号公报中记载的方法测量。

[0030] 例如,第一配向膜18的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-7} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-5} \text{J/m}^2$ 以下。第一配向膜18是例如聚合物刷、PMMA等、配向膜的面内(水平面内)的配向限制力弱、或不具有配向限制力的弱锚定配向膜。第一配向膜18例如可利用特开2014-215421号公报中记载的聚合物刷而形成。为了参考,将特开2014-215421号公报的全部公开内容援用到本说明书中。另一方面,第二配向膜28的方位角锚定强度为 $1 \times 10^{-4} \text{J/m}^2$ 以上 $1 \times 10^{-3} \text{J/m}^2$ 以下。第二配向膜28可采用目前广泛使用的配向膜、即光配向膜(分解型、异构化型或二聚化型)或摩擦配向膜。第二配向膜28可通过例如利用光分解型光配向膜,并照射偏光紫外线(例如254nm、200mJ)而形成。

[0031] 聚合物网络在第二液晶区域30s中的密度大于第一液晶区域30w中的密度。例如,第二液晶区域30s中的聚合物网络的质量分数为3%,第一液晶区域30w中的聚合物网络的质量分数为0.001%。第三液晶区域30m中的聚合物网络的质量分数为第二液晶区域30s中的聚合物网络的质量分数与第一液晶区域30w中的聚合物网络的质量分数的中间值例如为1.5%。

[0032] 聚合物网络相对于整个液晶层的质量分数为1%以上3%以下,根据整体的质量分数,第一液晶区域30w、第二液晶区域30s及第三液晶区域30m各自中的聚合物网络的质量分数会变化。例如,第二液晶区域30s、第三液晶区域30m、第一液晶区域30w中的聚合物网络的质量比(质量分数之比)例如优选1:约0.5:约0.00033以下,更优选1:约0.5:约0.0001~约0.0002(=大致为零)。聚合物网络也可不接触第一配向膜18。若第一液晶区域30w中的聚合物网络的质量比为约0.0002以下,则电极结构上的液晶分子并不被锚定,结果,能提升显示亮度。

[0033] 第二液晶区域30s的厚度为例如5nm以上500nm以下。第一液晶区域30w的厚度为例如0nm以上500nm以下。第三液晶区域30m的厚度为液晶层的厚度减去第一液晶区域30w及第二液晶区域30s的厚度后所得的厚度。聚合物网络只要以形成上文所述的第一液晶区域30w、第二液晶区域30s及第三液晶区域30m的方式,在液晶层内形成浓度梯度即可,浓度梯度既可缓慢地连续变化,也可呈阶梯状变化。

[0034] 液晶显示面板100A中的液晶层具有聚合物网络,如上文所述,至少在第二液晶区域及第三液晶区域中,将液晶分子锚定,因此能提升停止响应速度。而且,设在生成横向电场的电极侧的第一配向膜18的锚定强度弱,因此,第一配向膜18附近的液晶分子能响应电场的电极侧的第一配向膜18的锚定强度弱,因此,第一配向膜18附近的液晶分子能响应电场而容易地改变配向方向,从而提升响应速度。另外,经过本发明者的研究得知,通过使用锚定强度弱的配向膜作为第一配向膜18,且聚合物网络使第一配向膜18附近的液晶分子超

过所需程度地锚定,从而,第一配向膜18附近的液晶分子及第一液晶区域的液晶分子能响应电场而容易地改变配向方向,因此能提升显示亮度。

[0035] 液晶显示面板100A例如可通过以下方式制造。

[0036] 首先,准备TFT基板10A及相向基板20A。对此,只要将公知的FFS模式的液晶显示面板中使用的基板的配向膜替换为上文所述的类型即可。

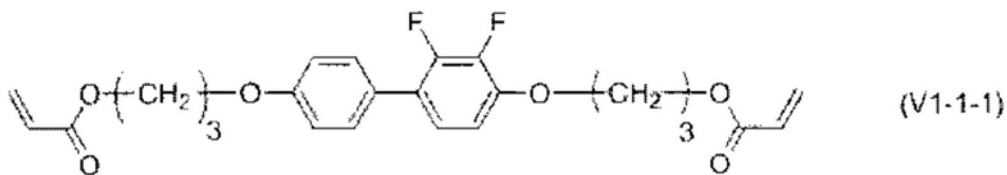
[0037] 准备用于形成液晶层30的、包含向列型液晶材料及光硬化性树脂的液晶组成物材料。

[0038] 向列型液晶材料既可使用电介质各向异性为正的P型液晶材料,也可使用电介质各向异性为负的N型液晶材料。此处,例如,采用P型液晶材料。

[0039] 光硬化性树脂可为例如含有甲基丙烯酸单体的紫外线硬化性树脂。甲基丙烯酸单体包含多官能单体。甲基丙烯酸单体优选包含具有液晶原的单体。若聚合物网络具有液晶原,则能强力地锚定液晶分子。也可根据紫外线的波长而添加相应的起始剂。而且,通过选择起始剂,也可使用在可见光下会硬化的光硬化性树脂。

[0040] 本发明的实施方式中使用的液晶材料及光硬化性树脂例如记载于专利文献2中。例如,作为具有液晶原的单体,可使用下述[化1]所示的专利文献2中记载的V1-1-1。为了参考,将专利文献2的全部公开内容援用于本说明书中。

[化1]



光硬化性树脂相对于包含向列型液晶材料及光硬化性树脂的整个液晶组成物材料而言,例如混合1质量%以上3质量%以下。

[0041] 接着,在TFT基板10A与相向基板20A之间,形成液晶组成物材料的层。该工序既可通过真空注入法实施,也可通过滴下式注入法实施。

[0042] 然后,隔着相向基板20A向液晶组成物材料照射光,使光硬化性树脂硬化,由此形成聚合物网络。例如,以光量为1~10J/cm²的方式,以强度12mW/cm²照射主波长为313nm的紫外线。根据需要,也可利用高通滤波器阻断300nm以下的波长的紫外线,及/或,利用低通滤波器阻断327nm以上的波长的紫外线。当然,可根据光硬化性树脂的种类等,适当选择紫外线的波长。

[0043] 此处,通过从相向基板20A侧照射光,液晶组成物材料中的光硬化性树脂越靠近相向基板20A则反应越迅速。因此,在第二配向膜28附近,以相对较高的密度形成聚合物网络。光硬化性树脂的反应速度例如可通过调整照射的紫外线的强度、照射时间、液晶组成物材料的温度等而进行控制。当然,也可通过光硬化性树脂的组成(单体的种类、量)或起始剂的种类及/或量,来控制反应速度。

[0044] 另外,就大部分彩色液晶显示面板而言,在相向基板上具有彩色滤光片层,因此,当制造本发明的实施方式的彩色液晶显示面板时,若使用紫外线硬化树脂按照上文所述的顺序从相向基板侧照射紫外线,则彩色滤光片层会吸收大量的紫外线,有时无法有效地使紫外线硬化树脂硬化。

[0045] 因此,本发明的实施方式的彩色液晶显示面板如图2所示的液晶显示面板100B那样,优选在TFT基板10B上设置彩色滤光片层13。TFT基板10B具有包含连接于第二电极16的薄膜晶体管的元件层12、及设在元件层12上的彩色滤光片层13,第一电极14及第二电极16设在彩色滤光片层13上。

[0046] 这样,在TFT基板上具有彩色滤光片层的液晶显示面板例如公开于专利文献4中。为了参考,将专利文献4的所有公开内容援用于本说明书中。

[0047] 接着,示出实施例及比较例。

[0048] [实施例1]

制作第一基板具有彩色滤光片层13、并具有与图2所示的液晶显示面板100B相同的结构的液晶单元。在该液晶单元的两侧正交偏光式地配置一对偏光板,作为常黑模式的评估用单元。电极结构具有图1B所示的结构,狭缝设为 $L=3.5\mu\text{m}$ 、 $S=4.5\mu\text{m}$ 。

[0049] 第一基板上的第一配向膜(弱锚定):特开2014-215421号公报中记载的PHMA刷(通过如下方法形成:使甲基丙烯酸己酯(自由基聚合性单体、 0.101mol)、2-溴代异丁酸乙酯(聚合起始剂, 0.23mmol)、 CuBr (卤化铜, 0.67mmol)及五甲基二亚乙基三胺(配体化合物, 0.96mmol)溶解于苯甲醚后得到聚合物刷形成用溶液,将基板浸渍于该聚合物刷形成用溶液中,以 90°C 加热4小时后进行活性自由基聚合。)

[0050] 第二基板上的第二配向膜(强锚定):光分解型配向膜(厚度:约 100nm ,以 $200\text{m J}/\text{cm}^2$ 照射波长 254nm 的偏光紫外线)

向列型液晶材料:专利文献2中记载的LCP-1,电介质各向异性为正, $\Delta n=0.103$,粘度 $20\text{mPa}\cdot\text{s}$

光硬化性树脂:聚合性单体V1-1-1,相对于液晶材料及光硬化性树脂的总和为3质量%(聚合起始剂:Irgaure651,相对于聚合性单体为2质量%)

液晶层的厚度(单元间隙): $3.3\mu\text{m}$

另外,真空注入(约 1Pa)包含向列型液晶材料、光硬化性树脂(单体)及聚合起始剂的液晶组成物材料,保持液晶材料的 T_{ni} 点(约 100°C)以上约10分钟,由此进行再配向处理。

[0051] 隔着第二基板,照射($1\text{J}/\text{cm}^2$)无偏光的紫外线(波长 313nm , $5\text{mW}/\text{cm}^2$,200秒)。

[0052] [比较例1]

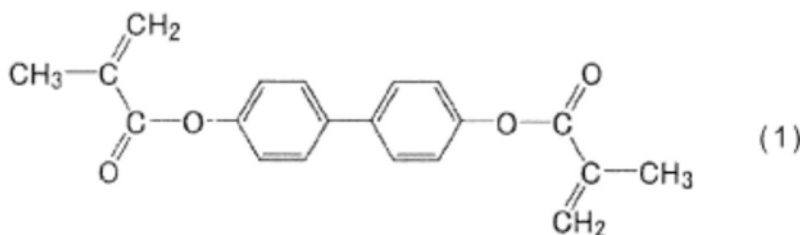
采用与实施例1相同的评估用单元。

[0053] 一对配向膜采用的是实施例1的第二配向膜(强锚定)。

[0054] 向列型液晶材料采用与实施例1相同的材料。

[0055] 关于光硬化性树脂,作为聚合性单体,采用国际公开第二013-018668号公报中记载的下述化学式(1)所示的联苯系的二官能甲基丙烯酸酯单体,相对于液晶材料及光硬化性树脂的总和而混合有0.1质量%的Irgacure651(相对于聚合性单体为2质量%)。

[化2]



[0056] 隔着第二基板,照射(1J/Cm²)无偏光的紫外线(波长313nm,5mW/cm²,200秒)。

[0057] 比较例1中,光硬化性树脂的量少(浓度低),因此,生成的聚合物的量变少,实质上,仅第一配向膜的表面及第二配向膜的表面上存在聚合物。这样,利用配向膜的表面上形成的聚合物来维持液晶分子配向的方法称为聚合物稳定配向法(Polymer Sustained Alignment,PSA)。PSA法中,聚合物仅存在于配向膜的表面(配向膜与液晶层的界面),并不存在于液晶层的块体中。而且,聚合物的量少,有时也分散地存在于配向膜上。

[0058] [比较例2]

制作第一基板不具有彩色滤光片层、且具有与图1A所示的液晶显示面板100A相同的结构的液晶单元。与实施例1及比较例1的评估用单元相同,在该液晶单元的两侧正交偏光式地配置一对偏光板,作为常黑模式的评估用单元。

[0059] 使用与实施例1相同的第一配向膜、第二配向膜、向列型液晶材料、光硬化性树脂、聚合起始剂,最后,隔着第一基板照射(1J/cm²)无偏光的紫外线(波长313nm,5mW/cm²,200秒)。

[0060] 即,比较例2中,第一基板不具有彩色滤光片层,与实施例1相反,从第一基板侧照射用于形成NPSLC的紫外线,除此以外,与实施例1相同。

[0061] 下述表1中,表示实施例1、比较例1、2的评估单元的响应特性及亮度特性的评估结果。

[表1]

	比较例 1	比较例 2	实施例 1
光聚合 照射紫外线	PSA	NPSLC 从 TFT 基板侧照射	NPSLC 从相向基板侧照射
配向膜	强锚定 /强锚定	强锚定 /弱锚定	强锚定 /弱锚定
总响应时间(ms) ($\tau_r + \tau_d$)	20 (9+11)	20 (8+12)	20 (9+11)
模式效率 (%)	75	75	95
驱动电压 (V)	5	6	5

表1中的总响应时间是利用LCD评估装置(大塚电子株式会社制造的LCD5200)测量。当将相对透过率为100%的电压V_{max}(例如绝对值为5V的矩形波)施加到处于未施加电压状态的评估单元的液晶层时,将相对透过率从10%上升到90%所需的时间设为 τ_r (ms),当使施加于评估单元的液晶层的电压从V_{max}降为0V时,将相对透过率从90%下降到10%所需的时

间设为 τ_d (ms)。

[0062] 表1中的模式效率是以如下方式定义。模式效率越高,则显示亮度越高。

[0063] 模式效率(%) = ((液晶显示面板的光透过率)/(假设为仅将一对偏光板平行偏光式地配置时的光透过率)) \times 100

另外,上式中的“液晶显示面板的光透过率”是以开口率标准化。而且,上式中的 \times 表示乘法运算。开口率表示液晶显示面板的显示区域的面积内、有助于实际显示的面积的比率。

[0064] 驱动电压是相对透过率为100%的电压(白显示电压)。常黑的液晶显示面板的透过率会随着施加电压的增大而升,趋于饱和。将透过率接近饱和的电压值设为白显示电压(驱动电压)。

[0065] 比较例1、2及实施例1中的总响应时间均为20msec, τ_r 及 τ_d 的值均大致相同。即,比较例1、2及实施例1中的响应特性(响应速度)均良好。

[0066] 另一方面,关于模式效率,比较例1及比较例2中均较低为75%,仅实施例1中具有非常高的值95%。关于其理由,认为有以下方面。

[0067] 首先,比较例1中,一对配向膜都是强锚定的配向膜,且,通过PSA来维持液晶分子的初始配向,所以,电压施加时的液晶分子的配向变化受限,结果,认为模式效率低。

[0068] 比较例2中,从TFT基板侧照射用于形成NPSLC的紫外线,因此,所形成的聚合物网络在TFT基板侧、即电极结构侧的密度高。结果,当施加电压时,接近电极结构的液晶分子的配向变化受限,因此认为模式效率低。

[0069] 对此,实施例1中,是从相向基板侧照射用于形成NPSLC的紫外线,因此,所形成的聚合物网络具有在相向基板侧、即远离电极结构之侧的密度高、而在电极结构侧的密度低的密度梯度。而且,电极结构上所形成的配向膜的锚定强度小。所以,当施加电压时,接近电极结构的液晶分子的配向变化并不受限,因此模式效率高。而且,停止响应速度会因相向基板侧的强锚定配向膜及聚合物网络而提升。

[0070] 通过上述可知,根据本发明的实施方式,可提供一种进一步提升了响应速度及显示亮度的液晶显示面板及其制造方法。

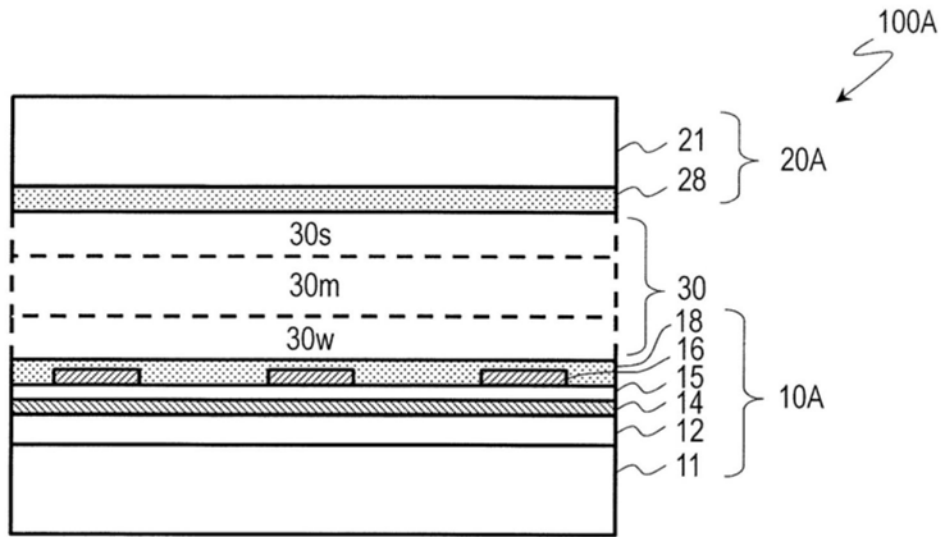


图1A

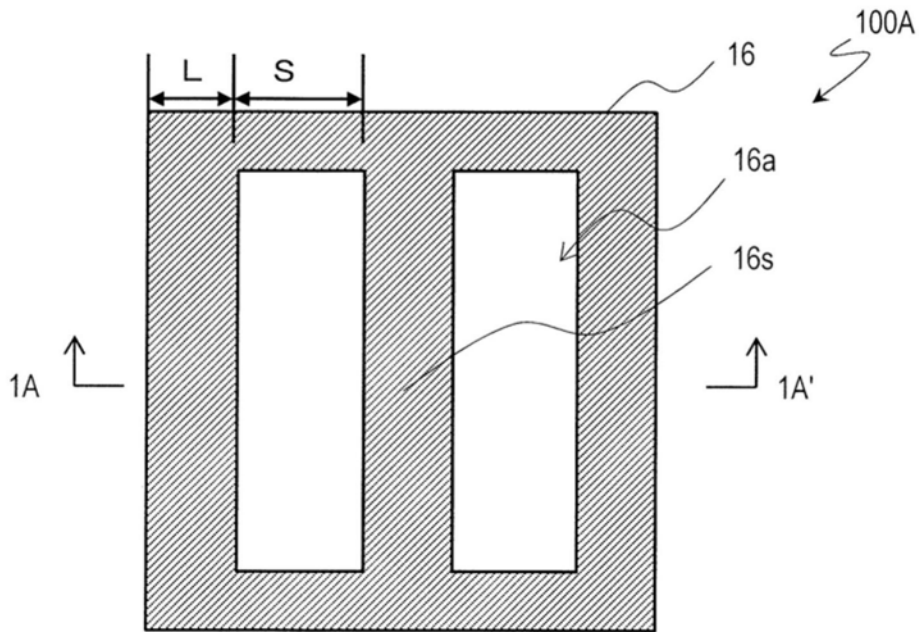


图1B

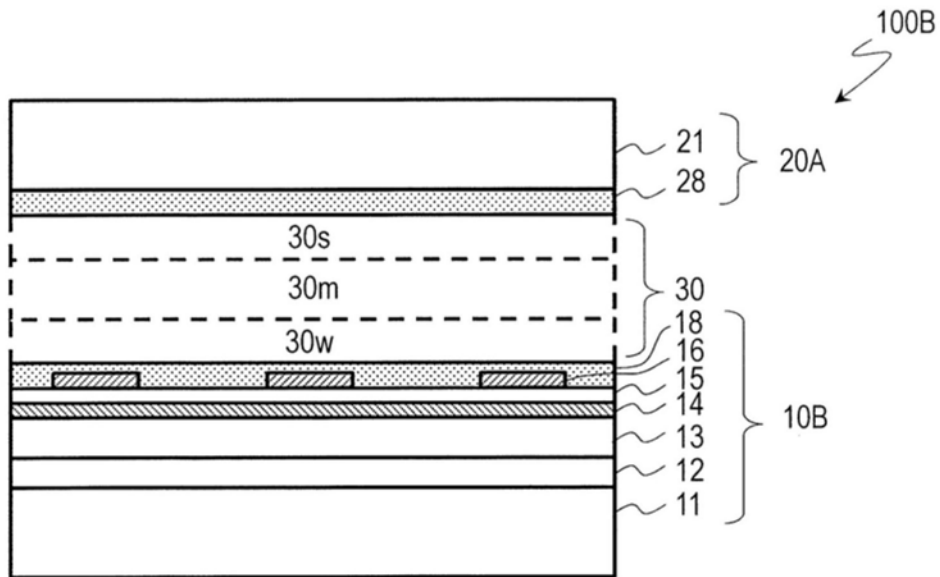


图2