



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101359118 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200810129451.X

CN 1841140 A, 2006.10.04, 全文.

(22) 申请日 2008.07.31

CN 1530696 A, 2004.09.22, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 焦丽宁

2007-202603 2007.08.03 JP

(73) 专利权人 株式会社日立显示器

地址 日本千叶县

(72) 发明人 足立昌哉 武田新太郎

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 郭放

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/139 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1815309 A, 2006.08.09, 全文.

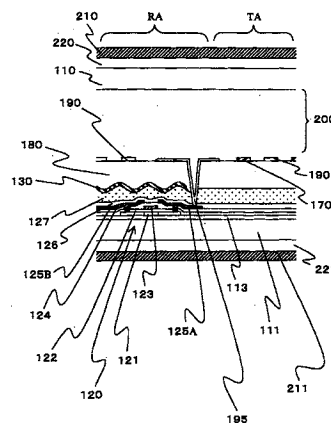
权利要求书 2 页 说明书 27 页 附图 14 页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种可以对应于各种像素尺寸的使用了各向同性液晶的液晶显示装置,具备第1透明基板(110)和第2透明基板(111)、夹在这些基板之间的各向同性液晶层(200),在第2透明基板(111)上,具有像素电极(190)和公共电极(130、170),在一个像素内具备反射区域(RA)和透射区域(TA)。在反射区域(RA)中,将像素电极(190)形成梳齿状,隔着绝缘层(180)将公共电极(130)形成面状。在透射区域(TA)中,在相同层中将像素电极(190)和公共电极(170)形成梳齿状。对于通过像素电极(190)与公共电极(130、170)之间的电压差而形成在液晶层(200)中的电场,反射区域(RA)的电场小于透射区域(TA)的电场。



1. 一种液晶显示装置,其特征在于,具有:

液晶显示面板,具有第1基板、第2基板、夹在上述第1基板和上述第2基板之间的液晶层、在上述第2基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;

背光源,配置在上述液晶显示面板的一方的面上;

对于上述第1基板,在配置有第2基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第1圆偏振片;以及

对于上述第2基板,在配置有第1基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第2圆偏振片,

上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,

上述液晶显示面板在1个像素中具有反射区域和透射区域,

在上述反射区域中,在上述像素电极和上述公共电极的一方被形成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口,而另一方隔着绝缘层在不同的层中被形成为面状,

在上述透射区域中,上述像素电极和上述公共电极在相同层中被形成为梳齿状,并且上述像素电极和上述公共电极被交错地配置;对于通过上述像素电极和上述公共电极之间的电压差而形成在上述液晶层中的电场,上述反射区域的电场小于上述透射区域的电场。

2. 一种液晶显示装置,其特征在于,具有:

液晶显示面板,具有第1基板、第2基板、夹在上述第1基板和上述第2基板之间的液晶层、在上述第2基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;

背光源,配置在上述液晶显示面板的一方的面上;以及

对于上述第1基板,在配置有第2基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第1圆偏振片;以及

对于上述第2基板,在配置有第1基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第2圆偏振片,

上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,

上述液晶显示面板在1个像素中具有反射区域和透射区域,

在上述像素电极和上述公共电极中,在靠近上述液晶层的一侧形成的一方被形成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口部,而另一方隔着绝缘层在不同的层中形成,

对于通过上述像素电极和上述公共电极之间的电压差而形成在上述液晶层中的电场,上述反射区域的电场小于上述透射区域的电场。

3. 根据权利要求2所述的液晶显示装置,其特征在于,

与在上述透射区域处相比,上述绝缘层在上述反射区域处的厚度更大。

4. 根据权利要求2所述的液晶显示装置,其特征在于,

在上述透射区域中,上述像素电极或上述公共电极中,在远离液晶层的一侧形成的电极形成为面状,

在上述反射区域中,在上述像素电极或公共电极中远离液晶层的一侧形成的电极形成为面状的电极上具备开口部。

5. 一种液晶显示装置,其特征在于,具有:

液晶显示面板,具有第1基板、第2基板、夹在上述第1基板和上述第2基板之间的液晶层、在上述第2基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;

背光源,配置在上述液晶显示面板的一方的面上;

对于上述第 1 基板,在配置有第 2 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 1 偏振片;以及

对于上述第 2 基板,在配置有第 1 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 2 偏振片,

上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,

上述液晶显示面板在 1 个像素上具有反射区域和透射区域,

在上述反射区域中,在上述像素电极和上述公共电极的一方被形成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口,另一方隔着绝缘层在不同的层中被形成为面状,

在对于通过上述像素电极和上述公共电极之间的电压差而形成在上述液晶层中的电场,上述反射区域的电场小于上述透射区域,

在上述反射区域中,在上述液晶层与上述第 1 基板或上述第 2 基板之间具备内置相位差层。

6. 一种液晶显示装置,其特征在于,具有:

液晶显示面板,具有第 1 基板、第 2 基板、夹在上述第 1 基板和上述第 2 基板之间的液晶层、在上述第 2 基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;

背光源,配置在上述液晶显示面板的一方的面上;

对于上述第 1 基板,在配置有第 2 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 1 偏振片;以及

对于上述第 2 基板,在配置有第 1 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 2 偏振片,

上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,

上述液晶显示面板在 1 个像素上具有反射区域和透射区域,

在上述反射区域中,在上述像素电极和公共电极与上述第 2 基板之间具备反射层,至少在上述反射区域中,在上述反射层和上述液晶层之间具有偏振层,

上述第 1 偏振片的吸收轴和上述第 2 偏振片的吸收轴正交,上述偏振层的吸收轴与上述第 2 偏振片的吸收轴平行。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及使用了光学各向同性的液晶材料的液晶显示装置,特别涉及半透射反射型的液晶显示装置。

背景技术

[0002] 显示装置是将信息视觉地传递给人类的媒体,在成为高度的信息社会的现代,对于人类、社会,成为重要的存在。特别,近年来,液晶显示装置的性能显著提高,而被采用为从便携电话到个人计算机进而大画面电视等的显示装置。液晶显示装置一般由液晶显示面板、和配置在其背面而向液晶显示面板照射光的背光源(照明装置)构成。在显示彩色图像的情况下,1个像素(pixel)例如由与红色、蓝色、绿色这3原色对应的3个子像素(sub pixel)构成,通过对与各颜色对应的子像素独立地进行控制,再现各种颜色。

[0003] 在用于便携电话等移动设备的液晶显示装置中,为了可以对应于宽的照明环境,而使用半透射反射型的液晶显示装置。半透射反射型的液晶显示装置在构成其液晶显示面板的显示区域的1个子像素(subpixel)内具有透射区域和反射区域。透射区域通过对来自背光源的光的透射量进行控制而实现透射型显示。另一方面,通过对来自外部的光的反射量进行控制而实现反射型显示。即,半透射反射型的液晶显示装置在暗的环境下主要通过透射型显示,而在亮的环境下主要通过反射型显示,来确保显示图像的视认性,所以可以在宽的照明环境下使用。作为现有的宽视场角的液晶显示装置,公知 IPS(In Plane Switching, 横向电场效应)方式的液晶显示装置。除此以外还公知 VA(Vertical Alignment, 垂直取向)方式和 TN(Twisted Nematic, 扭曲向列)方式等的液晶显示装置。其中,每种方式都具有一对透明基板、夹在这些透明基板之间的由向列液晶材料构成的液晶层、在各透明基板的与液晶层相反一侧的面上分别配置的一对偏振片,通过使入射到液晶层的光的偏振状态变化来控制光的透射量来显示图像。

[0004] 但是,如下述非专利文献1记载的那样,向列液晶材料呈现由分子的热抖动而引起的光散射。IPS方式、VA方式在没有施加电压时都成为黑显示,但都在原理上由于该光散射引起的光泄漏而对对比度降低。该课题是向列液晶材料固有的课题。

[0005] 与其相对,近年来公知光学三维或二维地具有光学各向同性的液晶(以下称为“各向同性液晶”)的材料。该各向同性液晶具有如下的性质:在没有对液晶层施加电压时,液晶分子的排列是光学三维或二维地各向同性,如果通过施加电压而形成电场,则沿着电场的方向感应出复折射性。作为近年来报告的各向同性液晶的材料中的、具有三维的各向同性的材料,有近晶蓝相、胆甾蓝相。另外,作为具有二维的各向同性的材料,有香蕉形(Bent Core)结构。在香蕉形结构中,使液晶化合物相对于基板垂直取向,在没有施加电压时,在液晶层的面内具有各向同性。除此以外,公知立方相、近晶Q相、胶束(micellar)相、逆胶束相或海绵相等。

[0006] 在下述非专利文献2、非专利文献3中,关于现有的温度范围极其窄且实用性低的蓝相的温度范围扩大进行了记载。另外,在下述非专利文献4中,记载有香蕉形结构的光学

二轴性等各向同性液晶的材料及其性质。另外,在下述非专利文献 5 中记载有使用了各向同性液晶的光学元件。

[0007] 另外,在下述专利文献 1 中,公开了使用了各向同性液晶的液晶显示面板的具体的电极结构。另外,在下述专利文献 2 中,公开出使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示装置,记载有使反射区域的电场小于透射区域的电场的结构。具体而言,记载有使构成为形成与基板面大致平行的电场的多个电极间的距离在反射区域和透射区域中不同的结构。

[0008] 专利文献 1 :日本特开 2006-3840 号公报

[0009] 专利文献 2 :日本特开 2006-215287 号公报

[0010] 非专利文献 1 :W. H. de Jeu 著,石井力、小林骏介译 :液晶的物性,90-94 页

[0011] 非专利文献 2 :Harry J. Coles, Nature, 436 卷,997-1000 页,2005 年

[0012] 非专利文献 3 :吉泽笃等,Journal of Materials Chemistry, 15 卷,3285-3290 页,2005 年

[0013] 非专利文献 4 :Bharat R. Acharya 等,LIQUID CRYSTALSTODAY, VOL. 13, No. 1, 1-4, 2004 年

[0014] 非专利文献 5 :菊池裕嗣,Advanced Materials, 17 卷,96-98 页,2005 年

[0015] 在上述专利文献 2 中,为了使反射区域的电场小于透射区域的电场,使构成为形成与基板面大致平行的电场的多个电极间的距离在反射区域和透射区域中不同。此处,由于曝光装置等制造装置的精度,可以在 1 个像素中设置的电极的数量受到限制。特别地,在高精细的液晶显示面板中,由于像素的尺寸小,所以可以在 1 个像素中设置的电极的数量被限定成几个。在该情况下,可以实现的电极间距离的范围受到限制,所以难以使反射区域和透射区域的电场大小的关系满足期望的条件。

[0016] 另外,如上所述,对于各向异性液晶,阐明了与以往的液晶不同的性质,但关于应用了该液晶材料的显示装置的结构,没有进行充分的讨论。

发明内容

[0017] 本发明是鉴于上述课题而完成的,其目的在于实现在小的像素尺寸下也可以得到明亮的显示的使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示装置。另外,其目的在于实现将各向同性液晶有效地利用成显示装置时的优选的结构。

[0018] 本发明的液晶显示装置的特征在于,具有:液晶显示面板,具有第 1 基板、第 2 基板、夹在上述第 1 基板和上述第 2 基板之间的液晶层、在上述第 2 基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;背光源,配置在该液晶显示面板的一方的面上;对于上述第 1 基板,在配置有第 2 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 1 圆偏振片;以及对于上述第 2 基板,在配置有第 1 基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第 2 圆偏振片,上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,上述液晶显示面板在 1 个像素中具有反射区域和透射区域,在上述反射区域中,在像素电极和上述公共电极的一方被形成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口,而另一方隔着绝缘层在不同的层中被形成为面状,另外,在透射区域中,像素电极和公共电极在相同层中被形成为梳齿状,进而,上述像素电极和上述公共电极被交错地配置;对于通过像素电极和公共电极之间

的电压差而形成在液晶层中的电场,反射区域的电场小于透射区域的电场。

[0019] 另外,本发明的液晶显示装置的特征在于,在像素电极和公共电极中,在靠近液晶层的一侧形成的电极被形成成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口部,而另一方隔着绝缘层在不同的层中形成,反射区域,与在透射区域处相比,绝缘层在反射区域处的厚度更大。

[0020] 另外,本发明的液晶显示装置的特征在于,在透射区域中,像素电极或公共电极中,在远离液晶层的一侧形成的电极形成成为面状,在反射区域中,在像素电极或公共电极中远离液晶层的一侧形成的电极形成成为面状的电极上具备开口部。

[0021] 进而,本发明的液晶显示装置的特征在于,具有:液晶显示面板,具有第1基板、第2基板、夹在上述第1基板和上述第2基板之间的液晶层、在上述第2基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;背光源,配置在上述液晶显示面板的一方的面上;对于上述第1基板,在配置有第2基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第1偏振片;以及对于上述第2基板,在配置有第1基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第2偏振片,上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,上述液晶显示面板在1个像素上具有反射区域和透射区域,在反射区域中,在像素电极和公共电极的一方被形成成为梳齿状或面状的电极上具备狭缝状的开口,另一方隔着绝缘层在不同的层中被形成成为面状,在对于通过像素电极和公共电极之间的电压差而形成在液晶层中的电场,反射区域的电场小于透射区域,在反射区域中,在液晶层与第1基板或第2基板之间具备内置相位差层。

[0022] 另外,本发明的液晶显示装置的特征在于,具有:液晶显示面板,具有第1基板、第2基板、夹在上述第1基板和上述第2基板之间的液晶层、在上述第2基板上对液晶层进行驱动的像素电极、和公共电极;背光源,配置在该液晶显示面板的一方的面上;对于上述第1基板,在配置有第2基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第1偏振片;以及对于上述第2基板,在配置有第1基板的一侧的相反侧的一方的面上配置的第2偏振片,上述液晶层具有通过施加电压而从光学各向同性的状态发生光学各向异性的性质,上述液晶显示面板在1个像素上具有反射区域和透射区域,在反射区域中,在像素电极和公共电极与第2基板之间具备反射层,进而,至少在反射区域中,在反射层与液晶层之间具有偏振层,第1偏振片的吸收轴与上述第2偏振片的吸收轴正交,偏振层的吸收轴与上述第2偏振片的吸收轴平行。

[0023] 以上,通过本发明,可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示装置。

附图说明

[0024] 图1是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0025] 图2是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0026] 图3是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的整体布局的一个例子的示意框图。

[0027] 图 4 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板 1 的显示区域 2 的有源矩阵的等效电路图。

[0028] 图 5 是本发明的半透射反射型液晶显示装置的主要部分的结构的概略剖面图。

[0029] 图 6 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的平面图。

[0030] 图 7 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0031] 图 8 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0032] 图 9 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0033] 图 10 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0034] 图 11 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0035] 图 12 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0036] 图 13 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0037] 图 14 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0038] 图 15 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素的主要部分的概略结构的剖面图。

[0039] 附图标记说明

[0040] 1:液晶显示面板;2:显示区域;3:背光源;7:数据线;8:栅线;100:子像素(sub pixel);110:第1透明基板;111:第2透明基板;120:开关元件;121:半导体层;122:栅绝缘膜;123:栅电极;124:层间绝缘膜;127:绝缘层;130:公共反射电极层;135:反射层;150:偏振层;170:公共电极;170L:公共电极布线;180:绝缘层;180a:绝缘层;180b:绝缘层;190:像素电极;200:液晶层;210:第1偏振片;211:第2偏振片;220:第1相位差板;221:第2相位差板;225:内置相位差层

具体实施方式

[0041] 以下,依次对适用于各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示装置的结构进行说明。

[0042] 【液晶显示面板以及液晶显示装置的基本结构】

[0043] 首先,对使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板的结构进行说明。在液晶显示面板中,具有2张透明的基板和夹在这些基板之间的液晶层,通过在配置于基板上的像素电极与公共电极之间发生电场,并使电场强度变化,来对液晶层的光学特性进行控制。此处,各向同性液晶在没有施加电压时是光学各向同性,而沿着通过施加电压而形

成的电场的方向感应出复折射性。为了根据该性质,使用各向同性液晶来实现半透射反射型的液晶显示面板,需要构成为使用 2 个圆偏振片来夹着液晶层,在对液晶层施加电压时,利用所感应出的复折射性,对通过液晶层的光产生的相位差在透射区域中大致为 $\lambda/2$ 而在反射区域中大致为 $\lambda/4$ 。此处, λ 是对显示有贡献的光的波长。

[0044] 在对液晶层施加电压时,为了沿着相对于基板面平行的方向感应出复折射性,需要构成为沿着相对于基板面平行的方向产生电位差。具体而言,将可以施加不同电压的 2 个梳齿状的电极交错配置的结构、或者、使在靠近液晶层的一侧配置的电极成为在梳齿状或面状的电极具备裂缝状的开口部的形状并且隔着绝缘层在其他层中形成面状的电极的结构是适用的。

[0045] 如上所述,为了实现半透射反射型的液晶显示面板,需要构成为在对液晶层施加电场时在反射区域和透射区域中产生不同的相位差。为此,在反射区域和透射区域中,使液晶层的厚度、或电场的大小不同的作法是有效的。

[0046] 作为在反射区域和透射区域中使液晶层的厚度不同的方法,已知的是设置台阶的方法,即在夹着液晶层的 2 张基板中的至少一方的基板中,增大相当于反射区域的位置的厚度。在该情况下,通常,台阶的端部成为倾斜面,但该倾斜面成为在透射显示或反射显示中的哪一个中都不适用的区域、即无效区域,对显示的亮度没有贡献。因此,特别地,在像素的尺寸小的高精细的液晶显示面板中,成为对于显示的亮度不利的结构。

[0047] 因此,为了实现更明亮的液晶显示面板,优选反射区域和透射区域的液晶层的厚度固定。为此,通过使电场的强度不同,使液晶层中感应出的复折射性在反射区域和透射区域不同的方法是有效的。作为使电场的大小不同的方法,有在将形成梳齿状的像素电极和同样地形成梳齿状的公共电极交错配置的结构中,在反射区域和透射区域中改变电极的间隔的方法。

[0048] 此处,由于曝光装置等制造装置的加工尺寸精度,可以设置在 1 个像素中的电极的数量受到限制。特别地,在高精细的液晶显示面板中,像素的尺寸小,所以可以设置在 1 个像素中的电极的数量被限定成几个。在该情况下,电极间距离的可以实现的范围受到限制,反射区域和透射区域的电场大小的关系难以满足期望的条件。

[0049] 在本发明中,利用下述结构,不受制作平面结构时的加工尺寸精度的制约,而可以调整反射区域和透射区域的电场大小的关系。因此,可以实现在发射区域与透射区域之间无由于台阶而引起的无效区域的、使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。

[0050] 以下,参照附图对本发明的实施例进行说明,但可以进行各种变更,并且,下述实施例彼此之间的组合也包含在本发明中。

[0051] (实施例 1)

[0052] 图 1 是构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(sub pixel)100 的主要部分的概略结构的剖面图。另外,图 2 是本发明的液晶显示面板的子像素 100 的主要部分的概略结构的平面图。另外,图 1 是示意地示出沿着图 2 的 A-A' 线的剖面结构的图。另外,图 3 是示意地示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板 1 的整体布局的一个例子的框图。

[0053] 首先,在图 3 中,在液晶显示面板 1 中,在包括第 2 透明基板 111 的中央部的区域中设置有显示区域 2。在显示区域 2 的上侧,设置有数据驱动电路 3,对数据线(信号线)7

输出图像信号；在左侧设置有扫描驱动电路 4，对栅线（扫描线）8 输出扫描信号。这些驱动电路 3、4 由移位寄存器电路、电平移动器、模拟开关电路等构成，其中，移位寄存器电路、电平转换器、模拟开关电路等由基于 N 沟道型和 P 沟道型的薄膜晶体管（TFT:Thin Film Transistor）的互补型电路构成。液晶显示面板 1 与以往的有源矩阵驱动型的液晶显示面板同样地，设置有多个栅线和沿着关于该栅线的延伸方向交叉的方向延伸的多个数据线，在栅线与数据线交叉的位置上呈矩阵状地配置有子像素。另外，如图 1 以及图 2 所示，液晶显示面板 1 的子像素在 1 个子像素内具有透射区域 TA 和反射区域 RA。

[0054] 接下来，在图 1 中，液晶显示面板 1 具有第 1 透明基板 110 和第 2 透明基板 111，该第 1 透明基板 110 和第 2 透明基板 111 具有绝缘性，并由平坦且透明且光学各向同性的透明体构成。作为第 1 透明基板 110 以及第 2 透明基板 111，一般为玻璃，但也可以使用满足上述必要条件并且改良了耐热性和耐久性的高分子膜。

[0055] 在透明基板 110 中，层叠有滤色片、和根据需要设置的保护膜或取向膜等（均未图示）。作为滤色片，使用使各个子像素所承担的颜色、例如红色、绿色、蓝色等加法混色的 3 原色；或者黄色、品红色、青（cyan）色等减法混合色的 3 原色；或者蓝绿色和黄绿色等该子像素所期望的颜色透射的滤色片。另外，由于来自外部的光在反射区域中通过滤色片 2 次，所以也可以在反射区域和透射区域中改变滤色片的颜色的浓度、厚度、或者覆盖面积。

[0056] 在第 2 透明基板 111 中，具备开关元件 120。开关元件由薄膜晶体管构成，该薄膜晶体管包括多晶硅、非晶硅、或有机物构成的半导体层。此处，作为一个例子，说明了由多晶硅构成的薄膜晶体管的情况，但本发明不限于此。由多晶硅薄膜晶体管构成的开关元件 120 在包括成为源 / 漏区和沟道区域的半导体层 121 等的多晶硅层上，具有栅绝缘层 122、栅电极 123、第 1 层间绝缘层 124、电极层 125A、电极层 125B、以及第 2 层间绝缘层 126。

[0057] 栅绝缘层 122、第 1 层间绝缘层 124 例如由 SiO_x （氧化硅）构成，第 2 层间绝缘层 126 例如由 SiN_x （氮化硅）构成。作为电极层 125A 以及电极层 125B，使用金属电极材料即可，例如可以使用用钽（Ti）或钨（W）等在上下夹着铝层的三层层叠结构的膜，但不限于此。电极层 125A 以及电极层 125B 通过第 1 层间绝缘层 124 以及栅绝缘层 122 中形成的开口，分别与半导体层 121 的源区和漏区相连接。

[0058] 另外，在开关元件 120 与第 2 透明基板 111 之间，为了阻止 Na 或 K 等离子从透明基板 111 混入到半导体层 121 或栅绝缘层 122，可以设置基底层 113。基底层 113 构成为从透明基板 111 一侧依次层叠有由 SiN_x 等构成的层和由 SiO_x 等构成的层。

[0059] 在开关元件 120 上设置有绝缘层 127。该绝缘层 127 具有对由开关元件 120 和布线等引起的台阶进行平坦化的功能、和使后述的反射层或公共反射电极层具有凹凸形状的功能。

[0060] 为了对台阶进行平坦化，优选为可以在溶液状态下形成层的材料。因此，作为绝缘层 127，可以使用有机类的材料、或分散在溶剂中并可以涂敷成膜的无机材料。另外，对于绝缘层 127，由于需要使其表面成为凹凸形状的工序，所以如果材料本身具有感光性则具有可以简化工序的优点。另外，为了在透射区域中使来自背光源的光有效地通过，绝缘层 127 优选为对可见光吸收小的透明的材料。因此，作为绝缘膜 127 优选为感光性的聚酰亚胺或丙烯酸类树脂等有机材料。

[0061] 在绝缘层 127 的表面，形成用于使设置在反射区域中的反射层的表面成为凹凸形

状的凹凸。该凹凸形状也可以在利用光刻技术形成了凹凸图案之后提高温度而进行熔化来实现,也可以在曝光工序时作为掩模使用半色调(halftone)掩模来实现。另一方面,在透射区域中绝缘层 127 的表面是平坦的。

[0062] 在绝缘层 127 上,在相当于反射区域的部分形成反射层 130。作为反射层 130,使用铝或银等反射率高的金属材料即可。利用光刻技术等从透射区域去除反射层 130。另外,反射层 130 反映形成于其下层的绝缘层 127 的表面上的凹凸地,该反射层 130 的表面成为凹凸形状。由于反射层 130 成为凹凸形状,所以从外部入射到液晶显示面板的光由反射层 130 反射的角度发生扩展,在实际使用时反射显示变得更明亮。

[0063] 在本实施例的情况下,通过将反射层 130 与公共电极布线 170L 连接,可以兼用作公共电极的功能。或者,也可以在反射层的上侧或下侧层叠其他导电材料作为公共电极。此处,以下,为了对反射层兼用作公共电极的功能的情况进行说明,以下,将反射层还称为公共反射电极层 130。

[0064] 在公共反射电极层 130 的上层形成绝缘层 180,进而,在其上形成像素电极 190。绝缘层 180 优选为对可见光透明的绝缘材料,可以使用聚酰亚胺类或丙烯酸类等透明树脂材料、或者 SiO_x 或 SiN_x 等透明的无机材料。

[0065] 在反射区域 RA 中,在形成为面状的公共反射电极层 130 的上层隔着绝缘层 180 形成梳齿状的像素电极 190。另一方面,在透射区域 TA 中,在相同层中交错配置形成为梳齿状的像素电极 190 和同样形成为梳齿状的公共电极 170。

[0066] 像素电极 190 以及公共电极 179 优选为使用透明的导电材料构成,例如优选为 ITO(Indium tin oxide,氧化铟锡),还可以使用 InZnO 或 ZnO 等其他透明的导电材料。

[0067] 像素电极 190 经由贯通绝缘层 180、公共反射电极层 130、绝缘层 127、绝缘层 126 的开口(通孔)195 与构成开关元件 120 的电极层 125A 连接。通孔 195 用与像素电极相同的导电材料来填充。或者,也可以为了保证构成电极层 125A 和像素电极 190 的电极材料的电连接而设置未图示的由导电性的材料构成的中间层。

[0068] 另外,公共反射电极层 130 在与通孔 195 相当的位置设置有开口,以在通孔 195 中不与像素电极 190 接触,并与像素电极完全分离。

[0069] 另外,公共电极 170 经由通孔等与公共电极布线 170L 电连接。即,公共电极 170 与公共反射电极层 130 被电连接而成为相同的电位。

[0070] 另外,电极层 125B 与数据线 7 连接,栅电极 123 与栅线 8 连接,但如图 2 所示,也可以分别将数据线 7 的一部分作为电极层 125B,将栅线 8 的一部分作为栅电极 123。

[0071] 在绝缘层 180 以及像素电极 190 上,根据需要形成覆盖绝缘层 180 以及像素电极 190 的保护膜或取向膜(均未图示)。

[0072] 第 1 透明基板 110 和第 2 透明基板 111 在利用未图示的间隔件设置了固定的间隙的状态下通过使用框状的密封件将周围粘接,从而在内部形成空间。通过向该空间填充各向同性液晶来设置液晶层 200。将在后面说明构成液晶层 200 的液晶材料,但在香蕉形结构的二维各向同性液晶的情况下,作为初始取向,具有相对于基板的纵取向,但由于三维各向同性液晶不具有初始取向,所以无需在液晶层的两面配置取向膜。在需要取向膜的情况下,作为取向膜,可以使用聚酰亚胺类高分子等。

[0073] 液晶层 200 的厚度 d 是根据对液晶层施加电场时所感应出的复折射性来确定的。

即,在对像素电极以及公共电极施加规定的电压而在液晶层中形成了电场时,如果设沿着与基板面平行的方向感应出的复折射性、即折射率各向异性为 Δn ,则在透射区域 TA 中,选择厚度 d 以使相位差(延迟;retardation) Δnd 为 $\lambda/2$ 即可。此处, λ 为光的波长,例如,对于波长 550nm 的光,选择厚度 d 以使 Δnd 为 275nm 即可。

[0074] 但是,在实际的液晶显示面板中,在面内没有成为均匀的电场分布,由此所感应出的复折射性也不均匀,所以为了得到更明亮的显示,液晶层 200 的延迟 Δnd 比 $\lambda/2$ 稍大,例如,对于波长 550nm 的光,从 $275\text{nm} \leq \Delta nd \leq 400\text{nm}$ 的范围内选择即可。

[0075] 另外,在本实施例中,将透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 设为固定。在该情况下,无需如一般的半透射反射型的液晶显示面板那样设置用于减小反射区域的液晶层的厚度的台阶。因此,可以消除由于在像素内产生的台阶所引起的无效区域,所以在像素内对显示有贡献的面积更大,所以能够得到更明亮的显示。

[0076] 此处重要的是,将透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 设为固定,将相同驱动电压下的相位差 Δnd 在反射区域 RA 中设为透射区域 TA 的一半的值($\lambda/4$)。为此,使通过相同驱动电压在液晶层中感应出的相对于基板面平行的方向的折射率各向异性 Δn 在反射区域中成为透射区域的 $1/2$ 即可。另外,驱动电压定义成公共电极 170 以及公共反射电极层 130 的电压与像素电极 190 的电压之差。

[0077] 各向同性液晶依赖于对液晶层施加的电场的强度而产生折射率各向异性,如果电场的强度变大,则折射率各向异性也变大。电场的强度和折射率各向异性的关系根据材料而不同,但例如在非专利文献 5 中,公开了电场的强度(E/V)的平方与折射率各向异性 Δn 成比例的数据。

[0078] 因此,通过构成为在相同驱动电压下,反射区域 RA 的液晶层中形成的电场的强度小于透射区域 TA 的液晶层中形成的电场的强度,从而即使透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度相同,也可以使反射区域 RA 的相位差 Δn 为透射区域 TA 的 $1/2$ 。

[0079] 为了实现上述,在本实施例中如图 1 所示,在反射区域 RA 中,在公共反射电极层 130 的上层隔着绝缘层 180 将像素电极 190 形成为梳齿状;在透射区域 TA 中,如图 1 以及图 2 所示,在相同层中交错配置形成为梳齿状的像素电极 190 和同样地形成为梳齿状的公共电极 170。

[0080] 在该情况下,在透射区域 TA 中,可以在像素电极 190 与公共电极 170 之间,对液晶层施加具有相对于基板平行的方向的分量的电场。该电场的强度依赖于电极间隔。另一方面,在反射区域 RA 中,可以在像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间,对液晶层形成具有相对于基板平行的方向的分量的电场。该电场的强度主要依赖于绝缘层 180 的厚度。即,在施加某个驱动电压时,在透射区域 TA 的液晶层中形成的电场的强度是根据与像素电极和公共电极的基板面上的加工尺寸精度有关的电极宽度和电极的间隔来决定的,但在反射区域 RA 的液晶层中形成的电场的强度可以根据与基板面上的加工尺寸精度无关的绝缘层 180 的厚度来控制。

[0081] 例如,在非专利文献 5 记载的液晶的情况下,不仅调整反射区域 RA 的像素电极 190 的间隔,而且还调整绝缘层 180 的介电常数和厚度,从而在相同驱动电压下使液晶层中形成的电场的强度成为透射区域的 $1/\sqrt{2}$ 即可。

[0082] 特别地,在高精细的液晶显示面板中,像素的尺寸小,所以可以在 1 个像素中设置

的电极的数量被限定为几个。例如,在画面尺寸 2.41 英寸的 VGA(像素数 640×480) 的液晶显示面板的情况下,1 个子像素的尺寸为 $76.5 \mu\text{m} \times 25.5 \mu\text{m}$ 。在该情况下,可以在 1 个子像素中配置的电极的数量虽然还依赖于加工尺寸精度,但是为几个,可以实现的电极间距离受到限制。

[0083] 因此,在针对透射区域和反射区域,在相同层中交替配置形成为梳齿状的像素电极和形成为梳齿状的公共电极的结构中,使在液晶层中形成的电场的强度的关系成为期望的状态是极其困难的。

[0084] 另一方面,在本发明中,如上所述,在反射区域的液晶层中形成的电场的强度不依赖于电极的加工尺寸精度。即,在反射区域的液晶层中形成的电场的强度可以根据与基板面上的加工尺寸精度无关的绝缘层的厚度来进行控制,所以可以使在反射区域和透射区域的液晶层中形成的电场的强度的关系成为期望的状态。另外,由于绝缘层的厚度可以容易地变更,所以在本发明中,可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板,而不会大幅增加工艺的负荷。

[0085] 在第 1 透明基板 110 以及第 2 透明基板 111 的与液晶层 200 相反一侧的面上,分别配置第 1 偏振片 210 以及第 1 相位差板 220、第 2 偏振片 211 以及第 2 相位差板 221。第 1 偏振片 210 和第 2 偏振片 211 例如可以使用对通过使碘吸附到延伸了的聚乙烯醇而附加了偏振功能的膜的两面实施了三乙酸酯纤维素的保护层的偏振片。

[0086] 第 1 相位差板 220 和第 2 相位差板 221 都使用作为 $\lambda/4$ 板($1/4$ 波长板)功能的相位差板。第 1 相位差板 220 配置成使其迟相轴相对于第 1 偏振片 210 的吸收轴成 45° 的角度。第 2 相位差板 221 配置成使其迟相轴相对于第 2 偏振片 211 的吸收轴成 45° 的角度。即,第 1 偏振片 210 和第 1 相位差板 220 的层叠体作为圆偏振片发挥功能。同样地,第 2 偏振片 211 和第 2 相位差板 221 的层叠体也作为圆偏振片发挥功能。

[0087] 另外,关于第 1 偏振片 210 和第 2 偏振片 211 的吸收轴、以及第 1 相位差板 220 和第 2 相位差板 221 的迟相轴,如果分别与第 1 偏振片 210 的吸收轴和第 1 相位差板 220 的迟相轴成 45° 的角度、与第 2 偏振片 211 的吸收轴和第 2 相位差板 221 的迟相轴成 45° 的角度,则即使无论是什么样的关系,都可以发挥功能。

[0088] 但是,为了实现更高的对比度,优选第 1 偏振片 210 和第 2 偏振片 211 的吸收轴配置成相互正交,第 1 相位差板 220 和第 2 相位差板 221 的迟相轴也配置成相互正交。在该情况下,如果将第 1 和第 2 相位差板的材质设为相同,则由相位差板产生的相位差至少在正面方向上抵消,所以可以利用通过正交配置了吸收轴的 2 张偏振片得到的遮光性能。因此,暗(黑)显示时的亮度降低,而可以实现高的对比度。

[0089] 作为第 1 相位差板 220 和第 2 相位差板 221,可以使用环烯类聚合物或聚碳酸酯等透明的高分子膜。在使用环烯类有机高分子的延伸物的情况下,相位差 $\Delta n d$ 的波长依赖性较小,所以着色变小。另外,已开发了相位差 $\Delta n d$ 与波长一起增大的逆分散特性的纤维素类或聚碳酸酯类有机高分子,如果将它们用作相位差板,则着色可以进一步减小。

[0090] 另外,第 1 相位差板 220 以及第 2 相位差板 221 也可以使用 $1/2$ 波长板和 $1/4$ 波长板的层叠体来实现。在该情况下,构成第 1 相位差板 220 以及第 2 相位差板 221 的 $1/2$ 波长板和 $1/4$ 波长板通过配置成各自的迟相轴相互正交,可以实现更高的对比度。

[0091] 第 1 偏振片 210 和第 1 相位差板 220 通过未图示的透明的接合剂或粘合剂来固定。

它们的面积大于等于显示区域的面积,被固定成经由未图示的透明的接合剂或粘合剂覆盖全部显示区域。同样地,第2偏振片211和第2相位差板221通过未图示的透明的接合剂或粘合剂来固定。它们的面积大于等于显示区域的面积,被固定成经由未图示的透明的接合剂或粘合剂覆盖全部显示区域。

[0092] 图4是在构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的如图3所示的液晶显示面板1的显示区域2上构成的有源矩阵的等效电路图。与现有的有源矩阵驱动型的液晶显示面板同样地,液晶显示面板1设有多个栅线和沿着与该栅线的延伸方向交叉的方向延伸的多个数据线,如图4所示,在 m 根栅线 $G1、G2、\dots、Gm$ 和 n 根数据线 $D1、D2、\dots、Dn$ 的交叉位置处呈矩阵状地配置有子像素100。另外,公共电极布线170L形成至少沿着与栅线相同方向延伸即可,在图4中,表示了 m 根公共电极布线 $CT1、CT2、\dots、CTm$ 。公共电极布线170L与构成各子像素的公共电极以及公共反射电极连接,并与未图示的电源连接以利用规定的电压进行控制。

[0093] 在图4所示的等效电路图中,各子像素可以使用由像素电极和公共反射电极以及夹在这些电极间的绝缘层180所形成的电容(积蓄电容) Cst 、由液晶层形成的电容 $C1c$ 、开关元件120来表现。

[0094] 在子像素的驱动中,从第1行的栅线 $G1$ 开始依次供给开启电压,在1帧期间内,对 m 行的栅线依次供给该电压(扫描信号)。如果开关元件120根据扫描信号而成为导通状态,则与图像信号对应的电压从数据线7经由开关元件120供给到像素电极。即,在对某个栅线供给开启电压的期间,与该栅线连接的开关元件全部成为导通状态,与其同步地对 n 列的数据线供给数据电压。即,液晶显示面板的驱动方法与现有的有源矩阵驱动型的液晶显示装置相同,所以省略详细的说明。

[0095] 图5是本发明的半透射反射型液晶显示装置的主要部分的结构概略剖面图。该半透射反射型液晶显示装置包括液晶显示面板1和配置在其背面的背光源3。液晶显示面板1如上述说明,具有第1透明基板110和第2透明基板111。

[0096] 通常,第2透明基板111比第1透明基板110大,在第2透明基板111的第1透明基板110一侧的面上且不被第1透明基板110覆盖的区域中,具有用于从外部接收作为图像信号等影像信号的电信号的区域。即,液晶显示面板1在第2透明基板111上且不与第1透明基板110重叠的区域中,具备柔性印刷电路板(FPC)50,经由该FPC50与外部电连接。另外,也可以在该区域中,根据需要安装起驱动器的作用的半导体芯片(未图示)。

[0097] 背光源3从液晶显示面板1背面侧对液晶显示面板1的显示区域照射光。作为背光源3,有边缘光方式(导光体方式)、直下方式(反射板方式)、面状光源方式等。对于背光源3,可以根据用途、目的、显示区域的尺寸从这些方式或其他方式中选择最佳的方式即可。此处,对边缘光方式的背光源进行说明,但本发明不限于此。

[0098] 背光源3具有:导光体60,由在背面形成有基于白色颜料的点状印刷、或者微细的凹凸形状或透镜形状等、改变光的行进方向的单元的透明的树脂构成;光源61,配置在导光体60的端面;反射片62,配置在导光体60的背面侧;以及棱镜片或扩散片等光学膜类63,配置在导光体60的表面侧。

[0099] 作为光源61,可以使用冷阴极管、热阴极管等线状光源或发光二极管(LED)等点状光源。此处,以下,对将LED用作光源61的情况进行了说明,但本发明不限于此。在将

LED 用作光源 61 的情况下,为了使来自光源的光高效地入射于导光体 60,可以设置未图示的反射体、或对在 LED 的发光部的周围形成的模塑树脂的形状进行加工。

[0100] 在该结构中,从光源 61 出射而入射到导光体 60 的光被全反射并在导光体 60 内传播。在导光体 60 内传播的光中,到达在导光体背面实施的改变光的行进方向的单元的光的行进方向改变,而从导光体 60 的表面侧出射。从导光体 60 出射的光在利用棱镜片或扩散片等光学膜类 63 调整了出射角度的分布和面内的亮度分布之后,照射到液晶显示面板 1。

[0101] 在从背光源 3 出射而照射到液晶显示面板 1 的光中,入射到透射区域 TA 的光在被第 2 偏振片 211 吸收了一部分后,通过第 2 相位差板 221、液晶层 200 以及第 1 相位差板 220,然后入射到第 1 偏振片 210。

[0102] 此时,如果对像素电极施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压,则在透射区域 TA 中,在像素电极 190 与公共电极 170 之间产生电压差,在液晶层 200 中形成电场而感应出复折射性。根据该效应,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化,所以可以对透过第 1 偏振片 210 的光的量进行控制。

[0103] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极 190 与公共电极 170 无电压差而在液晶层 200 中没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性的状态,所以通过液晶层 200 的光的偏振状态被维持。因此,通过了液晶层 200 的光的大部分被第 1 偏振片 210 吸收,所以成为黑(暗)显示。

[0104] 另一方面,如果施加规定的驱动电压而在像素电极 190 与公共电极 170 之间形成规定的电场,则在液晶层中感应出复折射性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。因此,通过了液晶层 200 的光的、与该偏振状态的变化对应的量的光透过第 1 偏振片 210,所以成为规定的亮度的显示。例如,通过在液晶层 200 中感应出的复折射性,在施加了与基板面平行的方向的相位差 $\Delta n d$ 为 $\lambda/2$ 的驱动电压时,通过了液晶层 200 的光在通过第 1 相位差板 220 时,被转换成与第 1 偏振片 210 的吸收轴正交的偏振分量多的光,其大部分通过第 1 偏振片 220,所以成为最大的亮度的显示。

[0105] 即,是在驱动电压为零的情况下为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压则为亮显示的所谓常黑型。

[0106] 另外,从外部入射到液晶显示面板 1 的反射区域 RA 的光在通过了第 1 偏振片 210 之后,通过第 1 相位差板 220 而成为大致圆偏振光,进而在通过了液晶层 200 之后,由公共反射电极层 130 所反射。由公共反射电极层 130 反射的光在再次通过了液晶层 200、第 1 相位差板 221 之后,入射到第 1 偏振片 210。

[0107] 此时,与透射区域 TA 同样地,施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压而在像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间产生电压差,在液晶层 200 中形成电场,从而在液晶层中感应出复折射性。通过利用该效应对通过液晶层 200 的光的偏振状态进行控制,由公共反射电极层 130 反射的光在再次入射到第 1 偏振片 210 时,可以对通过的量进行控制。

[0108] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极 190 与公共反射电极 130 之间无电压差而在液晶层 200 中没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性的状态,通过其的光的偏振状态被维持。因此,从外部入射到液晶显示面板 1 的反射区域 RA 的光在通过第 1 偏振片 210 和第 1 相位差板 220 时,成为大致圆偏振光,仍维持偏振状态而通过液晶层 200,并

由公共反射电极层 130 反射。在该反射时,光的行进方向改变,从而改变圆偏振光的旋转方向,并以维持偏振状态再次通过液晶层 200,而入射到第 1 相位差板 220。通过第 1 相位差板 220 的光受到第 1 相位差板 220 的作用,而被转换成与第 1 偏振片 210 的吸收轴平行的偏振分量多的光,所以大部分的光被第 1 偏振片 220 吸收,而成为黑(暗)显示。

[0109] 另一方面,如果施加规定的驱动电压,而在像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间形成规定的电场,则在液晶层中感应出复折射性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。因此,从外部入射到液晶显示面板 1 的反射区域 RA 的光由公共反射电极层 130 反射,而再次入射到第 1 偏振片 210,但在通过液晶层 200 时,产生与在液晶层中感应出的复折射性对应的偏振状态的变化,与该偏振状态的变化对应的量的光透射第 1 偏振片 210 而成为规定的亮度的显示。此处,如上所述,从外部入射到液晶显示面板 1 的反射区域 RA 的光通过液晶层 200 两次。因此,利用在液晶层 200 中感应出的复折射性,如果施加规定的电压以使沿着与基板面平行的方向产生的相位差 Δnd 为 $\lambda/4$,则得到最大的亮度的显示。

[0110] 即,与透射区域同样地,可以实现在驱动电压为零的情况下成为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压则成为亮显示的所谓常黑型的反射显示。

[0111] 这样,在本发明的液晶显示装置中,可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示装置。另外,如上所述,在本发明的液晶显示面板中,透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 固定,而没有设置用于减小反射区域的液晶层的厚度的台阶。在该情况下,可以消除因在像素内产生的台阶所引起的无效区域,所以对显示有贡献的面积大,而可以获得更亮的显示的效果。

[0112] 此处重要的是,在本发明中,在相同驱动电压下,通过使在反射区域的液晶层中形成的电场的强度小于在透射区域的液晶层中形成的电场的强度,可以将透射区域和反射区域的液晶层的厚度 d 保持为固定,而使相同驱动电压下的相位差 Δnd 在反射区域中为透射区域的 $1/2$ 。

[0113] 在本实施例中,特别地,反射区域的电场的强度可以利用与基板面上的加工尺寸精度无关的绝缘层的厚度来进行控制,所以即使在像素尺寸小的情况下,也可以使反射区域和透射区域的电场的强度的关系成为期望的状态。即,绝缘层的厚度可以容易地变更,所以不会大幅增加工艺负荷,而可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。

[0114] (保护膜的结构)

[0115] 利用上述结构,可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型液晶显示装置。但是,在使用了三维各向同性液晶的情况下,由于无需取向膜,所以像素电极以及公共电极和液晶层直接接触。在该结构中,在对液晶层施加了强的电场的情况下,液晶中的杂质偏在于电极/液晶的界面,有可能引起电压保持率的降低、以及由此造成的闪烁等显示不良。

[0116] 为了解决该问题,讨论在像素电极以及公共电极与液晶层之间设置保护膜的方案。以下,对本讨论进行详细说明。

[0117] 作为保护膜,例如利用 CVD 形成膜厚 250nm 的氮化硅。另外,保护膜还可以由其他无机物或有机物制成。保护膜的膜厚需要设为可以防止与液晶层的导通的厚度。作为液晶材料,使用对于非专利文献 2 记载的结构 1 中示出的化合物,将间隔基烷基链长为 $n = 7, 9, 11$ 这 3 种分别以 $1 : 1.15 : 1$ 的比率组成的组成物的材料。作为手性(chiral)材料,以使

基于螺旋结构的选择反射中心波长成为紫外波长区域的方式混合几%的默克化学 (Merck Chemical) 公司制 BDH 1281。利用该材料,可以得到在室温附近的宽温度范围呈现光学各向同性 (胆甾蓝 (Cholesteric Blue) 相) 的各向同性液晶。另外,液晶组成物在真空下封入到液晶盒 (cell) 中并使用由紫外线固化型树脂构成的密封剂进行密封来制作液晶显示面板,此时的液晶层的厚度在液晶封入状态下为 10 微米。另外,作为此时使用的液晶材料,不限于本次使用的液晶材料。

[0118] 通过以上的结构,在使用了三维各向同性液晶的液晶显示面板中,可以抑制保持率降低、防止闪烁等显示不良。

[0119] (各向同性保持膜的结构)

[0120] 已知三维各向同性液晶在没有施加电压时具有各向同性的三维周期结构。对于该周期结构,有在通常的晶体结构中晶格常数程度到可见光的波长程度,可以称为一种晶体的那样的状态。如果对这样的结构的液晶部分地施加强电场,则周期结构畸变,可以认为由于像滞后那样的状态而引起了光泄漏、对比度降低。即,利用液晶显示面板的电极结构,在施加电场时,由于对液晶层部分地施加强电场,周期性结构畸变,而在返回到不施加电场的状态时,有时液晶层难以回到光学各向同性的状态。为了解决这样的问题,也可以代替上述保护膜而形成各向同性保持膜。

[0121] 此处,各向同性保持膜优选配置成与液晶层的下面相接触、并在表面具有周期性结构的膜。在液晶层中靠近像素电极或公共电极的区域中,各向同性液晶的周期结构的畸变特别严重。但是,如本讨论中所示,通过配置具有周期性结构的各向同性保持膜,各向同性保持膜与液晶层的界面的相互作用提高了各向同性液晶的周期结构的保持力,可以降低取向不良。

[0122] 作为各向同性保持膜的具体例,考虑诸如在向列液晶中使用的取向膜之类的膜。或者,也可以通过 SiO_2 倾斜蒸镀来形成各向同性保持膜。具体而言,例如,也可以通过形成聚酰亚胺膜并对其进行摩擦 (rubbing) 处理而形成。在该情况下,在像素电极以及公共电极上,对聚酰胺酸清漆 (varnish) 的溶液进行印刷形成,在 220°C 下焙烧 30 分钟,形成约 100nm 的聚酰亚胺膜。然后,进行摩擦操作,在聚酰亚胺膜的表面设置周期结构,从而实现各向同性保持膜。另外,还可以不进行摩擦处理,而通过光照射来设置周期结构。另外,具有该周期性结构的各向同性保持膜与向列液晶的情况不同,并非用于使液晶层具有初始取向的膜。因此,无需在液晶层的上下的界面两方配置膜,而仅在第 2 基板 111 侧设置即可。

[0123] 通过采用以上的结构,液晶层的第 2 基板 111 侧的界面所接触的各向同性保持膜起到帮助保持各向同性液晶的周期结构的作用,可以防止光泄漏、对比度降低。另外,也可以在像素电极以及公共电极上形成上述保护膜后,进而在其上层形成各向同性保持膜。

[0124] 作为各向同性保持膜,还可以使用作为热塑性树脂的 PMMA。在该情况下,在涂敷了 PMMA 之后,加热到 200°C ,使 PMMA 软化,并将利用电子线描绘技术另外制成的模塑模具接触、加压,从而使 PMMA 膜变形,在该状态下冷却并放置直到 PMMA 固化为止。之后,剥离膜型,在 PMMA 表面形成粗 70nm、高 200nm 的柱 (pillar) (柱状结构),制成各向同性保持膜。

[0125] 为了防止由于光的干涉而引起的着色,各向同性保持膜中的周期结构优选以可见波长以下 (400nm 以下) 的周期形成为柱状或肋 (rib) (壁结构) 状,只要该部件是热塑性树脂、热固性树脂、光固化性树脂等树脂即可,没有任何限定。另外,作为各向同性保持膜的

表面的周期性结构,有凹凸沿着一个方向连续的形状、例如四角柱的结构。或者,有圆柱的结构,但即使柱的形状是圆柱、三角柱、四角柱、或圆锥、三角锥、四角锥等形状、或半球状,只要这些结构体形成小于等于可见光波长的周期性秩序即可。

[0126] (电极形状的结构)

[0127] 以上,在各向同性保持膜位于像素电极和公共电极的正上方的情况下,需要讨论与摩擦或光照射处理相伴的烧屏(烧付き)不良。此处,作为像素电极和公共电极的端部形状,如果锥体的角度过大,则电极端部附近的各向同性保持膜无法进行均匀的摩擦处理,形成没有附加周期性结构的不良部分。进而,在像素电极和公共电极的端部附近的区域中,如果其端部的锥体角度过大,则电场易于集中,易于产生液晶层的光学状态的不良。为了解决该问题,将像素电极和公共电极的端部附近加工成锥体形状即可。即,通过使端部的角度变缓,改善摩擦的均匀性,进而,改善端部附近的电场集中,取得降低对各向同性液晶部分地施加强电场的效果。通过将端部的锥体角度设为大于0度小于等于45度的范围,可以较高地发挥这样的效果。

[0128] 另一方面,在对各向同性保持膜进行光照射的情况下,照射光在像素电极和公共电极的端部反射后,该反射光再次照射到各向同性保持膜。在该情况下,接收到反射光的区域受到双重的光照射,形成周期性结构紊乱的不良部。为了防止这样的双重照射,在设像素电极和公共电极的端部的锥体角度为 θ ,像素电极和公共电极的高度为 x ,各向同性保持膜的厚度为 y 的情况下,以满足 $y > x/2\sin 2\theta$ ($45^\circ < \theta < 90^\circ$)的关系的方式设定 θ 、 x 、 y 即可。通过如此设定,可以回避双重照射,改善各向同性保持膜的功能。

[0129] (实施例2)

[0130] 接下来,对使用了各向同性液晶的液晶显示面板的多畴结构进行说明。

[0131] 单轴性的光学各向异性介质具有延迟的角度依赖性。因此,即使在液晶显示装置的法线方向上亮显示是白色,在倾斜方向上延迟增大而存在看上去呈黄色的方向、或者延迟减小而存在看上去呈蓝色的方向。因此,如图2所示,在一个像素内的像素电极和公共电极的梳齿的方向为单一的情况下,由于所观察的方向而产生少许带色。为了改善这种视角特性,当在液晶层中形成了电场时,使所感应出的复折射性的方向成为多个的作法是有效的。即,如果在一个像素内形成折射率各向异性的方向不同的区域,则视角方向上的着色被平均化而得到抑制。为了形成这种折射率各向异性的方向不同的区域,将像素电极和公共电极弯曲成“ $\angle$ ”字型即可。通过这样的结构,在施加了驱动电压时,可以实现在液晶层中形成的电场的方向不同的两个区域。此时,在折射率各向异性的方向不同的两个区域相互成90度的角度的情况下,着色被最大程度地平均化,而视觉特性改善。

[0132] 即使在各向同性液晶的情况下,与向列液晶同样地具有视角特性的方位角依赖性。参照图6对使用了各向同性液晶的具有多畴结构的半透射反射型的液晶显示面板进行说明。图6是本发明的半透射反射型的液晶显示面板的其他实施例的图,示出了液晶显示面板的子像素100的主要部分的概略结构。另外,对具有与上述实施例记载的半透射反射型的液晶显示面板相同的功能的部分附加相同附图标记,省略其重复的说明。

[0133] 在本实施例中,在透射区域TA中,将像素电极190和公共电极170弯曲成“ $\angle$ ”字型。通过将相对于该像素电极190和公共电极170的数据线的延伸方向(长度方向)7A的倾斜分别如图所示设为 $\alpha = 45^\circ$ 和 $\beta = 135^\circ$,电极的弯曲角度为90度。此时,为了增

加开口部的面积,优选如图所示针对数据线 7,也与透射区域 TA 的像素电极 190 以及公共电极 170 同样地弯曲 90 度。通过这样将像素电极 190 以及公共电极 170 弯曲 90 度,在施加了驱动电压时,由于液晶层中形成的电场而感应出的折射率各向异性的方向相互成 90 度的角度。因此,由于方位角的差异而引起的着色在 1 个像素内被平均化,视觉特性改善。

[0134] 另外,如果电极的弯曲角度的误差收敛于 ± 2 度以内的范围,则可以取得大致相同的效果。另外,在图 6 中,示出了仅在透射区域 TA 上弯曲了像素电极 190 的结构,但本发明不限于此,也可以是在反射区域 RA 上也弯曲了像素电极 190 的形状。

[0135] 另外,在本实施例中,特别地,在两张圆偏振片之间具备液晶层,所以具有即使在使电极的形状弯曲的多畴结构的情况下亮度也不变化的效果。即,在吸收线性偏振的两张偏振片之间具备液晶层的情况下,当施加驱动电压而在液晶层中形成了电场时,在电极的弯曲部处,在电极之间产生的折射率各向异性的方向与偏振片的吸收轴平行或正交。在该情况下,在电极的弯曲部处的电极之间,在通过此处的光中不产生相位差,所以对亮度没有贡献。另一方面,在两张圆偏振片之间具备液晶层的情况下,入射到液晶层的光是圆偏振光。因此,不依赖于折射率各向异性的方向,而在通过液晶层的光中必然产生相位差,所以在电极的弯曲部处的电极之间也对亮度有贡献。

[0136] (实施例 3)

[0137] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 7 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素 (sub pixel) 的主要部分的概略结构的剖面图。本实施例的液晶显示面板是在参照图 1 说明的上述实施例中,变更了透射区域 TA 的电极结构的面板。因此,对具有与上述实施例记载的液晶显示面板相同功能的部分附加相同附图标记,省略其重复的说明。

[0138] 在本实施例中,针对反射区域 RA,与上述实施例同样地,公共反射电极层 130 形成面状,在其上层隔着绝缘层 180a、b 形成有梳齿状的像素电极 190。另一方面,在透射区域 TA 中,也将公共电极 170 形成面状,在其上层隔着绝缘层 180a 形成梳齿状的像素电极 190。

[0139] 在本实施例中,透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 也设成固定,没有设置用于减小反射区域的液晶层的厚度的台阶。因此,可以消除因在像素内产生的台阶造成的无效区域,得到更明亮的显示。

[0140] 由于将透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 设为固定,因此,在相同的驱动电压下在液晶层 200 中产生的折射率各向异性 Δd 在反射区域为透射区域的 $1/2$ 。为此,在本实施例中,使反射区域 RA 的像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间的绝缘层的厚度 T_{ra} 大于透射区域 TA 的像素电极 190 与公共电极 170 之间的绝缘层的厚度 T_{ta} 。

[0141] 在该情况下,即使像素电极 190 的电极间隔相同,只要是相同的绝缘层材料,则绝缘层的厚度大的一方的液晶层中形成的电场的强度小。各向同性液晶是产生依赖于在液晶层中形成的电场的强度的折射率各向异性的液晶,如果电场的强度变小,则折射率各向异性也变小。电场的强度和折射率各向异性的关系根据液晶材料而不同,所以需要按照所使用的液晶材料的性质来调整绝缘层的厚度。

[0142] 在本实施例中,为了容易地控制绝缘层的厚度,将绝缘层设为两层结构。即,在反射区域 RA 中,在公共反射电极层 130 上层叠绝缘层 180a 和绝缘层 180b,进而在其上形成像

素电极 190。另一方面,在透射区域 TA 中,在绝缘层 180b 上形成公共电极 170,在其上形成绝缘层 180b 后,形成像素电极 190。这样,通过将绝缘层设为两层结构,在透射区域 TA 中,可以利用绝缘层 180a 的厚度,将公共电极 170 与像素电极 190 之间的绝缘层的厚度控制成期望的厚度。另一方面,在反射区域 RA 中,针对在透射区域 TA 中成为期望的厚度的绝缘层 180a 的厚度,而满足绝缘层 180b 的厚度,从而可以将公共反射电极层 130 与像素电极 190 之间的绝缘层的厚度控制成期望的厚度。

[0143] 即,透射区域 TA 的绝缘层的厚度通过绝缘层 180a 来控制,反射区域 RA 的绝缘层的厚度通过绝缘层 180b 来控制,从而可以分别独立地控制绝缘层的厚度。

[0144] 这样,通过将反射区域 RA 的绝缘层的厚度相对于透射区域 TA 的绝缘层的厚度增大考虑了液晶材料的特性的部分,在相同驱动电压下,在反射区域 RA 的液晶层中形成的电场的强度小于在透射区域 TA 的液晶层中形成的电场的强度,所以可以使相位差 Δnd 在反射区域 RA 中为透射区域 TA 的 $1/2$ 。

[0145] 如上所述,在本实施例中,使反射区域的电场的强度不依赖于电极的加工尺寸精度。即,可以利用与基板面上的加工尺寸精度无关的绝缘层的厚度来对反射区域的电场的强度进行控制,所以可以使反射区域和透射区域的电场的强度的关系成为期望的状态。特别地,通过将绝缘层设为两层结构,可以分别对透射区域和反射区域的绝缘层的厚度进行控制,所以可以在宽像素尺寸中实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。

[0146] (实施例 4)

[0147] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 8 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(sub pixel)的主要部分的概略结构的剖面图。本实施例的液晶显示面板是在参照图 7 说明的上述实施例中,变更了反射区域 RA 的电极结构的面板。因此,对具有与上述实施例记载的液晶显示面板相同功能的部分附加相同附图标记,省略其重复的说明。

[0148] 在本实施例中,在参照图 7 说明的上述实施例中,在形成有公共反射电极层 130 的位置配置反射层 135,与反射层 135 独立地形成公共电极 170。此时,在反射层 135 与公共电极 170 之间,设置有绝缘层 180b,反射区域 RA 中的公共电极 170 并非面状,而是设有间隙。

[0149] 图 9 以及图 10 是示出参照图 8 说明的本发明的半透射反射型的液晶显示面板的子像素 100 的主要部分的概略结构的平面图。反射区域 RA 中的公共电极 170 与如透射区域 TA 那样形成为面状不同,是隔着间隙而形成的。对于该间隙,也可以如图 9 所示将公共电极 170 在反射区域 RA 中形成为梳齿状,也可以如图 10 所示在反射区域 RA 中形成为面状的公共电极 170 中形成裂缝状的开口部(公共电极裂缝部 107S)。或者,也可以通过从形成为面状的公共电极以与工艺精度对应的任意的形状去除电极的一部分来设置开口部。

[0150] 这样,通过减小反射区域 RA 和公共电极 170 的覆盖面积,在相同驱动电压下,使在反射区域 RA 的液晶层中形成的电场的强度小于在透射区域 TA 的液晶层中形成的电场的强度。液晶层中形成的电场的强度与折射率各向异性的关系根据液晶材料而不同,但按照所使用的液晶材料的性质,使反射区域中的公共电极 170 的覆盖面积小于透射区域中的公共电极 170 的覆盖面积,从而可以使液晶层中感应出的相位差 Δnd 在反射区域 RA 中为透射

区域 TA 的 $1/2$ 。

[0151] 以上,在本实施例中,使反射区域的电场的强度不依赖于电极的加工尺寸精度。即,可以利用与基板面上的加工尺寸精度无关的公共电极的面积来对反射区域的电场的强度进行控制,所以可以使反射区域与透射区域的电场的强度的关系成为期望的状态。因此,在透射区域和反射区域的边界没有台阶,所以可以获得明亮的显示,实现可以对应于宽像素尺寸的使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。

[0152] (实施例 5)

[0153] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 11 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(subpixel)的主要部的概略结构的剖面图。本实施例的液晶显示面板是在参照图 1 说明的上述实施例中,去除第 1 相位差板和第 2 相位差板而代替地在第 1 透明基板 110 的液晶层 200 一侧设置有内置相位差层 225 的面板。因此,对具有与上述实施例记载的液晶显示面板相同功能的部分附加相同附图标记,而省略其重复的说明。

[0154] 内置相位差层 225 在反射区域 RA 中具有 $\lambda/4$ 的相位差,在透射区域 TA 中是光学各向同性的。

[0155] 内置相位差层 225 的形成例如可以使用日本特开 2006-98623 号公报或日本特开 2005-338256 号公报等记载的公知的技术。在该情况下,在第 1 透明基板 110 上,根据需要形成了未图示的滤色片以及保护膜等之后,设置水平取向性的取向膜,在进行了取向处理之后,涂敷具有光反应性的液晶。之后,通过掩模曝光、显影处理等,从透射区域去除光反应性的液晶材料,从而在反射区域 RA 中形成具有折射率各向异性的内置相位差层 225。此时,通过对光反应性的液晶材料的涂敷时的溶液浓度以及涂敷条件进行适当调整而调整膜厚,可以得到对于对显示有贡献的波长 λ 的相位差为 $\lambda/4$ 的层。在该情况下,内置相位差层 225 由于从透射区域被去除,所以为了使透射区域和反射区域的液晶层的厚度成为固定,而形成由透明的有机材料构成的平坦化层,并进行平整(leveling)。平坦化层由绝缘材料构成,优选为可以在溶液状态下形成层,且对可见光的吸收小的透明的材料。例如,优选为聚酰亚胺类树脂或丙烯酸类树脂等有机材料。

[0156] 或者,也可以通过组合选择性的光照射和热处理,实施处理以仅使反射区域 RA 具有期望的折射率各向异性,而使透射区域 TA 成为光学各向同性,来实现内置相位差层 225。在该情况下,内置相位差层 225 的反射区域和透射区域的厚度大致为固定,所以透射区域和反射区域的液晶层的厚度为固定。

[0157] 第 1 偏振片 210 和第 2 偏振片 211 配置成各个吸收轴相互正交。另外,配置成相对于形成为梳齿状的像素电极 190 的长度方向,第 1 偏振片 210 的吸收轴成 45 度或 135 度的角度。

[0158] 另外,内置相位差层 225 在反射区域 RA 中,使发现折射率各向异性的液晶的取向方向相对于形成为梳齿状的像素电极 190 的长度方向成为平行或正交。即,在施加了驱动电压时,液晶层 200 中感应出的折射率各向异性的方向与构成内置相位差层 225 的液晶的取向方向成为平行或正交的方向。

[0159] 在从背光源照射到液晶显示面板的光中,入射到透射区域 TA 的光在第 2 偏振片 211 中被吸收了一部分后,通过液晶层 200 和内置相位差层 225,然后,入射到第 1 偏振片

210。此时,如果对像素电极施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压,则在透射区域 TA 中,在像素电极 190 与公共电极 170 之间产生电压差,在液晶层 200 中形成电场而感应出复折射性。根据该作用,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化,所以可以对透过第 1 偏振片 210 的光的量进行控制。

[0160] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极 190 和公共电极 170 无电压差而在液晶层 200 中没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性的状态,内置相位差层 225 在透射区域 TA 中也是光学各向同性的,所以所通过的光的偏振状态被维持。因此,由第 1 偏振片 210 吸收通过了液晶层 200 的光的大部分,所以成为黑(暗)显示。

[0161] 另一方面,如果施加规定的驱动电压而在像素电极 190 与公共电极 170 之间形成电场,则在液晶层 200 中感应出复折射性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。因此,通过了液晶层 200 的光中,与该偏振状态的变化对应的量的光透过第 1 偏振片 210,所以成为规定的亮度的显示。例如,通过在液晶层 200 中感应出的复折射性,在施加了与基板面平行的方向的相位差 $\Delta n d$ 为 $\lambda/2$ 的驱动电压时,通过了液晶层 200 的光被转换成与第 1 偏振片 210 的吸收轴正交的偏振分量多的光,而其大部分通过第 1 偏振片 220,所以成为最亮的显示。

[0162] 即,成为在驱动电压为零的情况下成为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压,则成为亮显示的所谓常黑型。

[0163] 另一方面,从外部入射到液晶显示面板的反射区域 RA 的光在通过了第 1 偏振片 210 和内置相位差层 225 而成为大致圆偏振光,进而在通过了液晶层 200 之后,由公共反射电极层 130 反射。由公共反射电极层 130 反射的光在再次通过了液晶层 200 和内置相位差层 225 之后,入射到第 1 偏振片 210。此时,与透射区域 TA 同样地,施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压而在像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间产生电压差,在液晶层 200 中形成电场,从而在液晶层 200 中感应出复折射性。根据该作用,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化,所以可以对由公共电极反射层 130 反射的光透过第 1 偏振片 210 的量进行控制。

[0164] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极 190 与公共反射电极 130 之间无电压差而在液晶层 200 中没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性的状态,所通过的光的偏振状态被维持。因此,从外部入射到液晶显示面板的反射区域 RA 的光在通过第 1 偏振片 210 和内置相位差层 225 而成为大致圆偏振光,以维持偏振状态的方式通过液晶层 200,由公共反射电极层 130 反射。在该反射时,光的行进方向改变,从而圆偏振光的旋转方向改变,并再次以维持偏振状态的方式通过液晶层 200 后,入射到内置相位差层 225。通过内置相位差层 225 的光受到该相位差层 225 的作用,而被转换成与第 1 偏振片 210 的吸收轴平行的偏振分量多的光,所以大部分的光被第 1 偏振片 220 吸收,而成为黑(暗)显示。

[0165] 另一方面,如果施加规定的驱动电压,而在像素电极 190 与公共反射电极层 130 之间形成规定的电场,则在液晶层 200 中感应出复折射性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。因此,从外部入射到液晶显示面板的反射区域 RA 并由公共反射电极层 130 反射的光在通过液晶层 200 时,产生与在液晶层 200 中感应出的复折射性对应的偏振状态的变化,与该偏振状态的变化对应的量的光透射第 1 偏振片 210 而成为规定的亮度的显示。

[0166] 此处,考虑施加规定的驱动电压以使沿着与基板面平行的方向产生的相位差 $\Delta n d$

根据在液晶层 200 中感应出的复折射性而成为 $\lambda/4$ 那样的情况。在该情况下,在当构成内置相位差层 225 的液晶的取向方向与在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性的方向正交的条件时,由内置相位差层 225 产生的相位差 $\lambda/4$ 和由液晶层 200 产生的相位差 $\lambda/4$ 抵消而相位差大致为零。因此,从外部入射的光由第 1 偏振片 210 吸收了一部分并由公共反射电极层 130 反射之后,以维持该偏振状态的方式而再次入射到第 1 偏振片,所以其大部分的光通过第 1 偏振片 210,而成为最亮的显示。

[0167] 另一方面,当构成内置相位差层 225 的液晶的取向方向与在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性的方向平行时,由内置相位差层 225 产生的相位差 $\lambda/4$ 和由液晶层 200 产生的相位差 $\lambda/4$ 相加成为 $\lambda/2$ 。因此,从外部入射的光由第 1 偏振片 210 吸收了一部分并由公共反射电极层 130 反射之后,再次入射到第 1 偏振片,但此时,两次通过内置相位差层 225 和液晶层 200 时的相位差成为 λ ,被转换成与第 1 偏振片的吸收轴正交的偏振分量多的光,大部分的光通过第 1 偏振片 220 而成为最亮的显示。

[0168] 即,成为在驱动电压为零的情况下成为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压,则成为亮显示的所谓常黑型。

[0169] 这样,构成内置相位差层 225 的液晶的取向方向不论是与在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性的方向平行还是正交的方向上,都可以进行亮显示。但是,为了减少白显示时的带色,优选由内置相位差层 225 和液晶层 200 产生的相位差小,所以优选构成内置相位差层 225 的液晶的取向方向与在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性的方向正交。

[0170] 如上所述,在本发明的液晶显示面板中,透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 设为固定且没有设置台阶,所以可以消除在像素内起因于台阶的无效区域。因此,对显示有贡献的面积更宽,所以具有得到更亮的显示的效果。

[0171] 另外,在本实施例中,可以利用与基板面上的加工尺寸精度无关的绝缘层的厚度来对反射区域的电场的强度进行控制,所以即使在像素尺寸小的情况下,也可以使反射区域与透射区域的电场的强度的关系成为期望的状态。即,可以容易地变更绝缘层的厚度,所以在本发明中,不会增加工艺负荷,而可以实现与宽像素尺寸对应的使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。

[0172] 在本实施例中,特别地,通过在透明基板的内侧设置内置相位差层 225,具有以下优点。即,由于内置相位差层 225 由液晶高分子构成,所以如果与将有机高分子膜延伸而制成的相位差板进行比较,折射率各向异性 Δn 显著地大。因此,在实现相同相位差的情况下,内置相位差层 225 的厚度成为由高分子膜构成的相位差板的 $1/10$ 以下。另外,在前面的实施例中,需要两张相位差板,但在如本实施例那样,仅在反射区域设置有具有光学各向异性的内置相位差层 225 的情况下,相位差层是一层即可。因此,与利用相位差板的情况相比,具有可以使液晶显示面板变薄的效果。

[0173] (实施例 6)

[0174] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 12 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(subpixel)的主要部的概略结构的剖面图。另外,图 13 是示出本发明的液晶显示面板的子像素 100 的主要部分的概略结构的平面图。另外,图 12 是示意地示出沿着图 13 的 B-B' 线的剖面结构的图。

[0175] 本实施例是在参照图 8 说明的上述实施例中,去除第 1 相位差板和第 2 相位差板

进而变更反射区域 RA 的结构的面板,对具有与上述实施例记载的液晶显示面板相同功能的部分附加相同附图标记,而省略其重复的说明。

[0176] 在本实施例中,在反射区域 RA 中,将公共电极 170 形成面状,进而在公共电极 170 与绝缘层 180b 之间设有偏振层 150 和保护层 160。另外,像素电极 190 的宽度和间隔在反射区域 RA 和透射区域 TA 中设为相同的尺寸。因此,从公共电极 170 上的结构在反射区域 RA 和透射区域 TA 中基本上相同,所以在施加了驱动电压时,在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性在反射区域 RA 和透射区域 TA 中成为相同值。

[0177] 在反射层 135 的上层,隔着绝缘层 180b 形成偏振层 150。此时,在反射层 135 中,其表面的形状具有凹凸,所以为了易于形成偏振层 150,绝缘层 180b 优选具有对反射层 135 的表面形状进行平坦化的功能。因此,作为绝缘层 180b,优选为可以在溶液状态下形成层且对可见光的吸收小的透明的材料,例如可以使用聚酰亚胺类树脂或丙烯酸类树脂等有机材料。

[0178] 偏振层 150 吸收沿着规定的轴向具有振动面的线偏振光而透射沿着与该轴正交的方向具有振动面的线偏振光。偏振层 150 可以通过例如使用作为非专利文献 6 的“Y. Ukai et al., “Current Status and Future Prospect of In-Cell Polarizer Technology”, SID 04 DIGEST, p1170-1173, 2004”和作为专利文献 7 的“Ir Gvon Khan et al., “Ultra-Thin O-Polarizers’ Superiority over E-Polarizers for LCDs”, SID 04 DIGEST, p1316-1319, 2004”记载的溶致型 (lyotropic) 液晶染料,并将其涂敷来形成。

[0179] 例如,在使用上述非专利文献 6 记载的材料的情况下,在涂敷偏振层 150 时,例如使用裂缝涂布机 (slit die coater) 即可。裂缝涂布机可以向涂敷面供给溶液状态的偏振层材料,同时一边向该材料施加压力一边沿着涂敷方向延长。通过该工序,染料取向并固定化,从而可以形成偏振层。在该情况下,偏振层的吸收轴成为与涂敷方向正交的方向。另外,作为偏振层,也可以使用通过照射线偏振光而呈现偏振性的材料。

[0180] 另外,在后述的理由下,优选在透射区域不形成偏振层 150。因此,在本实施例中,说明在透射区域不形成偏振层 150 的情况。在偏振层 150 的上层,根据需要也可以设置保护层 160。为了在偏振层形成后的工序中,抑制偏振层 150 劣化、或者从偏振层 150 渗出杂质而造成其他结构体的劣化,而设置保护层 160。作为保护层 160,是对于可见光透明的材料即可,可以使用聚酰亚胺类或丙烯酸类等透明树脂材料、或者 SiO_x 或 SiN_x 等透明的无机材料。特别地,作为保护层,从获得高的性能出发,则优选为可以形成致密的层的 SiN_x 。

[0181] 在图 13 中,一并记载了第 1 偏振片 120 的线偏振的吸收轴 210A、第 2 偏振片 211 的线偏振的吸收轴 211A、偏振层 150 的线偏振的吸收轴 150A、数据线的延伸方向 (长度方向) 7A 的关系的一个例子。

[0182] 在本实施例中,第 1 偏振片的吸收轴 210A 和第 2 偏振片的吸收轴 211A 配置成相互正交,且第 1 偏振片的吸收轴 210A 相对于数据线的延伸方向 7A 正交。另外,偏振层 150 的吸收轴 150A 设为与第 2 偏振片的吸收轴 211A 平行的方向。

[0183] 另外,像素电极 190 弯曲成“ $\angle$ ”字型。通过该弯曲,像素电极 190 与数据线的延伸方向 (长度方向) 7A 所成的角度分别为 $\gamma = 45$ 度和 $\delta = 135$ 度,像素电极的弯曲角度成为 90 度。此时,为了如图所示减少无效区域并增大开口部的面积,针对数据线 7 也与像素电极 190 同样地,优选进行 90 度弯曲。通过如此对像素电极 190 进行 90 度弯曲,可以形

成在液晶层中形成了电场时所感应出的折射率各向异性的方向在一个像素内相互成 90 度的角度的两个区域。因此,由于观察方向的差异而引起的着色在一个像素内被平均化,而视角特性改善。即,可以实现视场角更宽的液晶显示面板。另外,如果电极的弯曲角度的误差收敛于 ± 2 度以内的范围,则可以取得大致同样的效果。

[0184] 另外,通过弯曲像素电极,还得到以下的效果。在本实施例中,通过使像素电极 190 如上述那样弯曲,可以将偏振层 150 的吸收轴 150A 设为与数据线 7 的延伸方向 7A 平行的方向。因此,在作为偏振层 150,例如使用与非专利文献 6 记载的材料同样的材料的情况下,其涂敷方向设为与数据线的延伸方向正交的方向即可。

[0185] 此处,通常,构成液晶显示面板的第 2 透明基板 111 的外形采用具有与数据线 7 和栅线 8 的延伸方向平行的边的矩形形状。因此,例如,在必需使偏振层 150 的吸收轴相对于数据线的延伸方向倾斜的情况下,当作为偏振层例如使用非专利文献 6 记载的材料、或者与该材料同样地沿着相对于涂敷方向正交的方向形成了吸收轴的材料时,需要使该涂敷方向相对于第 2 透明基板 111 的边倾斜。在该情况下,无法使用一般的裂缝涂布机来对透明基板的角的部分涂敷材料,所以在基板上产生无法涂敷偏振层的无效区域。

[0186] 与此相对,在本实施例中,偏振层的吸收轴 150A 与数据线 7 的延伸方向 7A 平行。因此,作为偏振层 150,在例如使用非专利文献 6 记载的材料、或与该材料同样地沿着相对于涂敷方向正交的方向形成了吸收轴的材料的情况下,该涂敷方向成为相对于第 2 透明基板 111 的边平行的方向。在该情况下,在基板上无法涂敷偏振层材料的无效区域变小,所以具有生产性提高的优点。

[0187] 另外,一般地,构成液晶显示面板的第 2 透明基板 111 是在以一张大的母基板的状态下经过各种工序之后切割成多个而获得的。母基板也是矩形形状,所以如果如本实施例那样偏振层材料的涂敷方向是与第 2 透明基本 111 的边平行的方向,则在母基板上,无法涂敷偏振层材料的无效区域也变小,可以有效地获得第 2 透明基板。即,可以从一张母基板取得的第 2 透明基板的张数变多,生产性提高而成本降低。

[0188] 在从背光源照射到液晶显示面板的光中,入射到透射区域 TA 的光在通过了第 2 偏振片 211 之后,通过液晶层 200 入射到第 1 偏振片 210。此时,如果施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压,在像素电极与公共电极之间产生电位差,而在液晶层中形成电场,则在液晶层中感应出复折射性(折射率各向异性)。利用该作用,对通过液晶层 200 的光的偏振状态进行控制,可以对透过第 1 偏振片 210 的光的量进行调整。

[0189] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极与公共反射电极之间无电压差而没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性,所以通过液晶层 200 的光的偏振状态被维持。因此,通过液晶层 200 的光由第 1 偏振片 210 吸收,而成为黑(暗)显示。

[0190] 另一方面,如果施加规定的驱动电压,而在像素电极与公共反射电极层之间形成规定的电场,则在液晶层 200 中生成与电场的强度对应的折射率各向异性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。如果通过液晶层 200 的光的相位差由于该折射率各向异性而实际上成为 $\lambda/2$,则大部分的光通过第 1 偏振片 210,而成为最亮的显示。即,成为在驱动电压为零的情况下成为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压,则成为亮显示的所谓常黑型。

[0191] 另外,从外部入射到液晶显示面板的反射区域 RA 的光在通过了第 1 偏振片 210 之

后,通过液晶层 200 而入射到偏振层 150。此时,与透射区域 TA 同样地,通过施加与从影像信息发生部(未图示)传送的影像信息对应的驱动电压,在像素电极与公共电极之间产生电位差而在液晶层中形成电场,从而在液晶层 200 中感应出复折射性(折射率各向异性)。利用该作用,对通过液晶层 200 的光的偏振状态进行控制,可以对透过偏振层 150 的光的量进行控制。

[0192] 例如,在驱动电压为 0V、即在像素电极与公共电极无电压差而没有形成电场的情况下,液晶层 200 是光学各向同性,所以通过液晶层 200 的光的偏振状态被维持。因此,通过液晶层 200 的光的大部分被偏振层 150 吸收。此时,通过偏振层 150 的少许的光由反射层 135 反射,再次通过偏振层 150 和液晶层 200 并入射到第 1 偏振片 210。此时,该光的大部分由第 1 偏振片 120 吸收,所以成为黑(暗)显示。

[0193] 另一方面,如果施加规定的驱动电压,而在像素电极与公共电极层之间形成规定的电场,则在液晶层 200 中生成与电场强度对应的折射率各向异性,通过液晶层 200 的光的偏振状态发生变化。因此,通过液晶层 200 的光的、与该偏振状态的变化对应的量的光透过偏振层 150 而入射到反射层 135。入射到反射层 135 的光由反射层 135 反射,而再次入射到偏振层 150,但在由反射层 135 反射时,其偏振状态被大致维持。因此,再次入射到偏振层 150 的光在其大部分透过偏振层 150 而通过了液晶层 200 之后,入射到第 1 偏振片 210。此时,通过液晶层 200 的光的偏振状态根据在液晶层中感应出的折射率各向异性而变化。因此,通过液晶层 200 的光的、与该偏振状态的变化对应的量的光透过第 1 偏振片 210 而成为规定的亮度。此时,如果利用在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性,使通过液晶层的光的相位差实际上成为 $\lambda/2$,则成为最亮的显示。即,成为在驱动电压为零的情况下成为黑(暗)显示,而如果施加了规定的驱动电压,则成为亮显示的所谓常黑型。

[0194] 此处,在本实施例中,如上所述,从公共电极 170 开始往上的结构在反射区域 RA 和透射区域 TA 中基本上相同,所以在施加了驱动电压时,在液晶层 200 中感应出的折射率各向异性在反射区域 RA 和透射区域 TA 中为相同值,但通过经由偏振层 150,可以实现反射区域 RA 和透射区域 TA 都为常黑型的半透射反射型的液晶显示面板。

[0195] 另外,在本实施例中,特别地,在像素电极以及公共电极与反射层之间配置有偏振层。在该结构的情况下,与使用偏振层来覆盖像素电极和公共电极的情况相比,可以获得更低的驱动电压和更高的反射率。即,可以避免由于在液晶显示面板内设置偏振层而引起的针对驱动电压和反射率的不良影响。因此,可以得到反射率提高、以及与其相伴的对比度比提高、由于驱动电压的降低而达到的功耗降低、或者由于使用低耐压的通用驱动器而达到的成本削减的效果。

[0196] 另外,在透射区域 TA 中没有偏振层,所以与存在偏振层的情况相比,可以得到更高的透射率。即,相对于在透射区域 TA 中存在偏振层的情况,获得了透射率提高的效果。进而,具有对于相同亮度的图像显示,背光源的功率可以按透射率提高的量而相应降低的效果。

[0197] 另外,对于在偏振层中使用的材料,存在由于具备偏振层而对液晶层造成不良影响的担心。在本发明的半透射反射型的液晶显示面板中,在透射区域 TA 中不形成偏振层。因此,虽然存在偏振层使液晶层劣化的可能性,也可以减少其使用量。另外,在液晶层与偏振层之间,层叠有保护层 160、公共电极 170、绝缘层 180a。而成为易于保护液晶层 200 的结

构。例如,如果作为保护层 160、或者绝缘层 180a 形成包括 SiNx 等的致密的膜,则抑制由偏振层而引起的液晶层劣化的效果提高。

[0198] 如上所述,在本实施例的液晶显示面板中,透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 也设为固定且没有设置台阶,所以可以消除在像素内由于台阶而造成的无效区域。因此,对显示有贡献的面积更宽,所以具有得到更明亮的显示的效果。

[0199] 另外,在本实施例中,特别地,即使不改变透射区域和反射区域的电场的强度,也可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。另外,由于无需相位差板,所以具有与利用相位差板的情况相比,可以使液晶显示面板变薄的效果。

[0200] (实施例 7)

[0201] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 14 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(subpixel)的主要部分的概略结构的剖面图。本实施例除了在透射区域 TA 中也设置偏振层 150 的部分以外,与参照图 12 说明的液晶显示面板相同,对具有与上述实施例相同功能的部分附加相同附图标记,而省略其重复的说明。

[0202] 即,在本实施例中,在透射区域 TA 中,在像素电极 190 以及公共电极 170 与第 2 透明基板 111 之间,设置有偏振层 150。偏振层 150 可以使用与在反射区域中形成的偏振层相同的材料,其吸收轴与反射区域同样地,与第 2 偏振片 211 的吸收轴一致。

[0203] 在本实施例中,虽然在透射区域 TA 中设置有偏振层 150,但在像素电极以及公共电极与液晶层之间没有设置偏振层。因此,可以回避因偏振层而造成的对液晶驱动的不良影响。因此,例如,相对于存在覆盖像素电极和公共电极的偏振层的情况、即在液晶层与像素电极以及公共电极之间配置偏振层的情况,可以在更低的驱动电压下得到更高的透射率。

[0204] 另外,在本实施例中,由于在透射区域 TA 中设置偏振层 150,透射率稍微降低。但是,由于设置偏振层而引起的黑(暗)显示的透射率的降低比率大于白(亮)显示中的透射率的降低比率,所以具有提高透射显示的对比度的效果。例如,在形成厚度 300nm 的 2 色比约为 25 的偏振层的情况下,与没有偏振层的情况相比,对比度提高到约 1.9 倍。

[0205] (实施例 8)

[0206] 接下来,对本发明的其他实施例进行说明。图 15 是示出构成本发明的半透射反射型液晶显示装置的液晶显示面板的子像素(subpixel)的主要部分的概略结构的剖面图。另外,对具有与上述实施例记载的液晶显示面板相同功能的部分附加相同附图标记,而省略其重复的说明。

[0207] 在本实施例中,在透射区域和反射区域中,如图所示在相同层中形成公共电极 170 和像素电极 190。另外,公共电极和像素电极都为梳齿状,且配置成交错地方式。此时,透射区域和反射区域中的公共电极以及像素电极的宽度、间隔设为相同,液晶层 200 的厚度也设为相同。

[0208] 在本实施例中,也与上述实施例同样地,在反射区域 RA 中,在像素电极 190 以及公共电极 170 与反射层 135 之间,配置偏振层 150,从而相对于使用偏振层覆盖像素电极以及公共电极的情况,获得更低的驱动电压和更高的反射率。因此,可以得到反射率提高、以及与其相伴的对比度比提高、由于驱动电压的降低而达到的功耗降低、或者由于使用低耐压

的驱动器而达到的成本降低的效果。

[0209] 另外,在透射区域 TA 中没有偏振层,所以与存在覆盖像素电极和公共电极的偏振层的情况、即在液晶层与像素电极以及公共电极之间存在偏振层的情况相比,可以得到更低的驱动电压和更高的透射率。因此,可以得到透射率提高、以及与其相伴的对比度比提高的效果,另外,具有在相同明亮度的图像显示的情况下,背光源的功率可以按透射率提高的量而降低的效果。另外,可以得到由于驱动电压的降低而达到的功耗降低、以及由于使用低耐压的驱动器而达到的成本降低的效果。

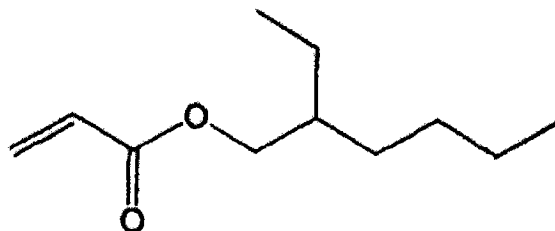
[0210] 另外,与上述实施例同样地,在本实施例的液晶显示面板中,透射区域 TA 和反射区域 RA 的液晶层的厚度 d 设为固定且没有设置台阶,所以可以消除在像素内起因于台阶的无效区域。因此,对显示有贡献的面积更宽,所以具有得到更明亮的显示的效果。另外,即使不改变透射区域和反射区域的电场的强度,也可以实现使用了各向同性液晶的半透射反射型的液晶显示面板。另外,由于无需相位差板,所以具有与利用相位差板的情况相比,可以使液晶显示面板变薄这样的效果。

[0211] (液晶材料的结构)

[0212] 接下来,对与液晶显示面板的适应性高的各向同性液晶材料进行说明。在各向同性液晶材料中,作为在没有施加电压时成为三维光学各向同性的材料,公知高分子稳定型的蓝相。作为高分子稳定化蓝相,公知使用通式 1 至通式 3 所示的非液晶性单体、通式 4 所示的液晶性单体、以及通式 5 所示的交联剂、通式 6 所示的光聚合开始剂,并对它们照射紫外线 (UV),而进行光交联,而最终得到的各向同性液晶的材料。

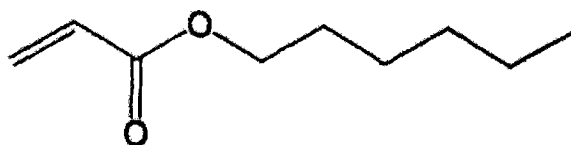
[0213] 【通式 1】

[0214]



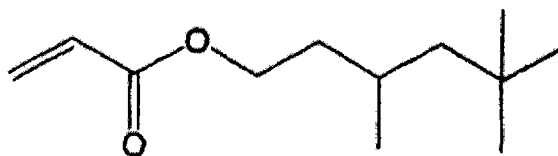
[0215] 【通式 2】

[0216]



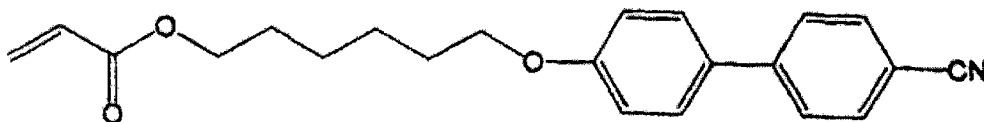
[0217] 【通式 3】

[0218]



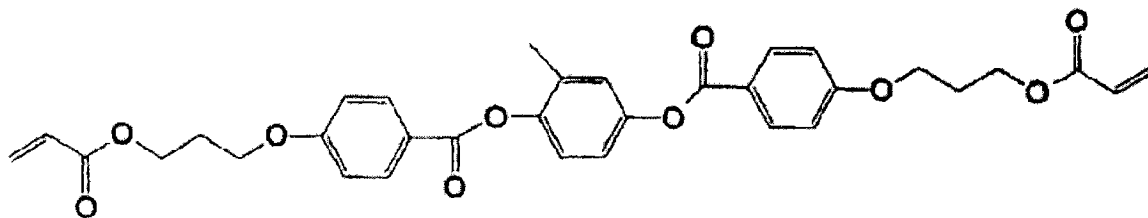
[0219] 【通式 4】

[0220]



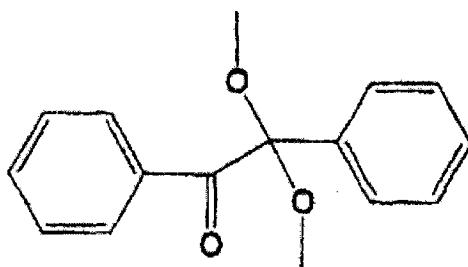
[0221] 【通式 5】

[0222]



[0223] 【通式 6】

[0224]

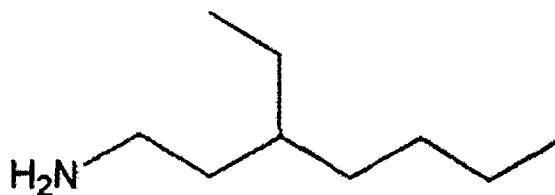


[0225] 但是,这种液晶材料为了进行光交联而需要照射紫外线。例如,如果在第 1 透明基板 1 与第 2 透明基板之间形成了液晶层之后照射紫外线,由于在透明基板上形成的滤色片等的紫外线的透射小,所以产生紫外线无法充分地到达液晶层的问题。

[0226] 为了解决该问题,如下那样构成各向同性液晶的材料。具体而言,采用使用通式 7 至通式 9 所示的非液晶性单体、通式 10 所示的液晶性单体、以及通式 11 所示的环氧类的热交联材料,并通过热交联而得到通式 12 至通式 16 所示的各向同性液晶的材料的结构。

[0227] 【通式 7】

[0228]



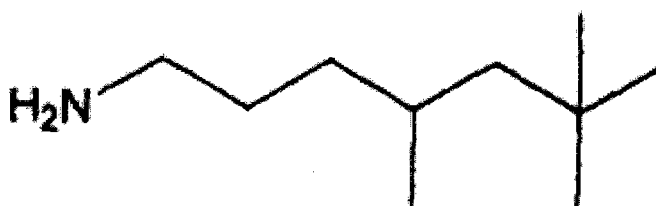
[0229] 【通式 8】

[0230]



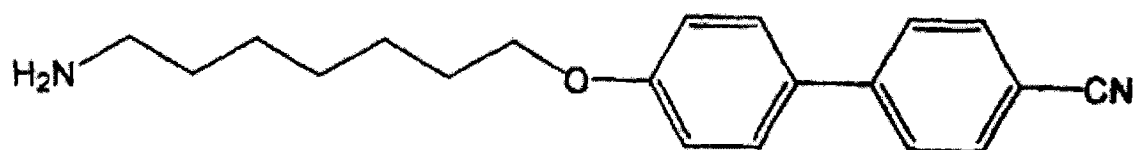
[0231] 【通式 9】

[0232]



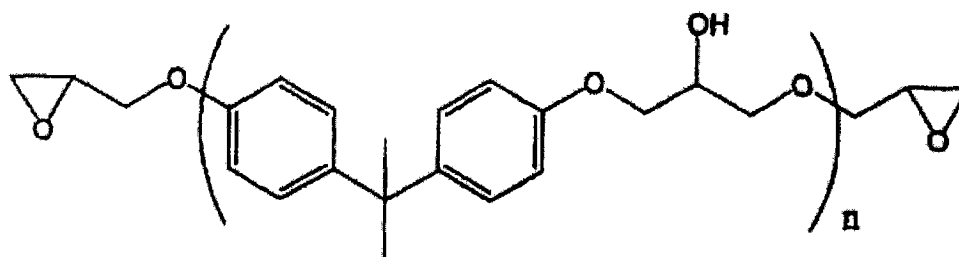
[0233] 【通式 10】

[0234]



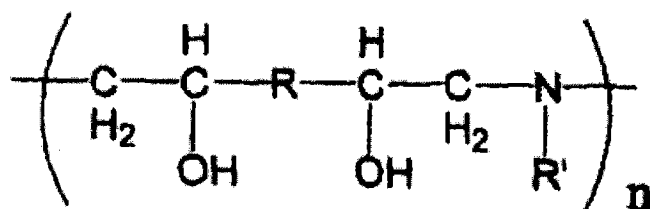
[0235] 【通式 11】

[0236]



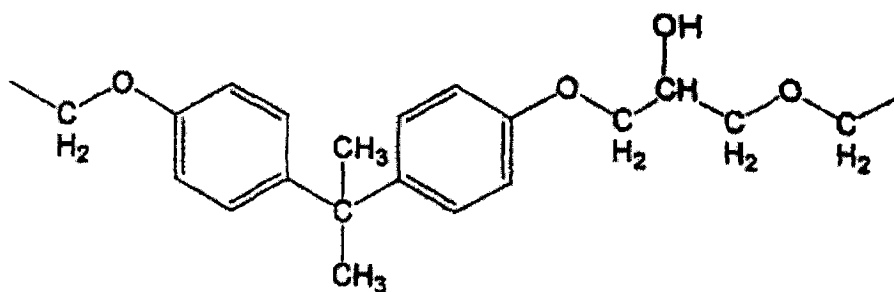
[0237] 【通式 12】

[0238]



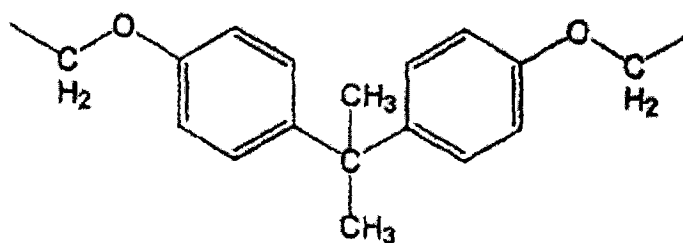
[0239] 【通式 13】

[0240]



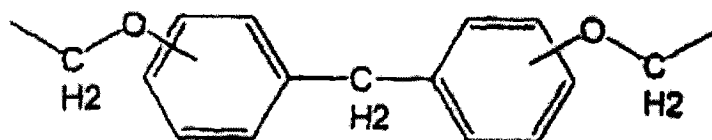
[0241] 【通式 14】

[0242]



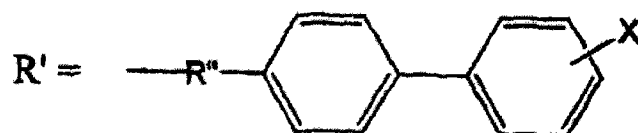
[0243] 【通式 15】

[0244]



[0245] 【通式 16】

[0246]



[0247] 首先,将上述通式 7 至通式 9、通式 10 所示的化合物混合并封入液晶盒 (cell), 接下来,封入通式 11 所示的热交联材料。之后,通过在大约 50 度下加热 2 小时而进行热交联,可以得到通式 12 至通式 16。通过采用该结构,无需进行光照射而可以生成各向同性液晶材料。另外,在如本讨论那样使用了热交联性的液晶材料的情况下,通过对于夹着液晶材料的基板使用聚酰亚胺树脂形成薄膜,热交联分子被牢固地锚定在基板上,可以制成降低了图像的烧屏的液晶显示面板。

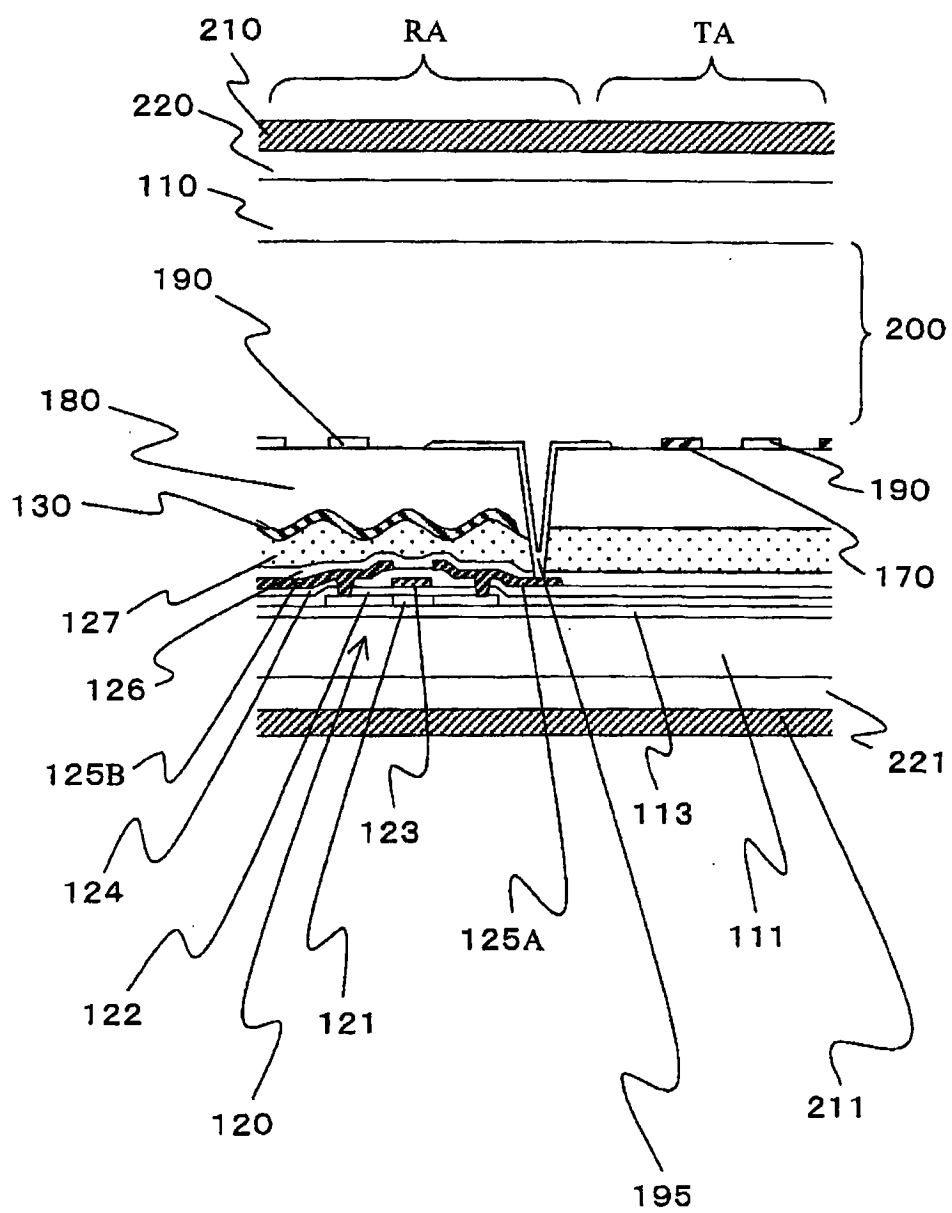


图 1

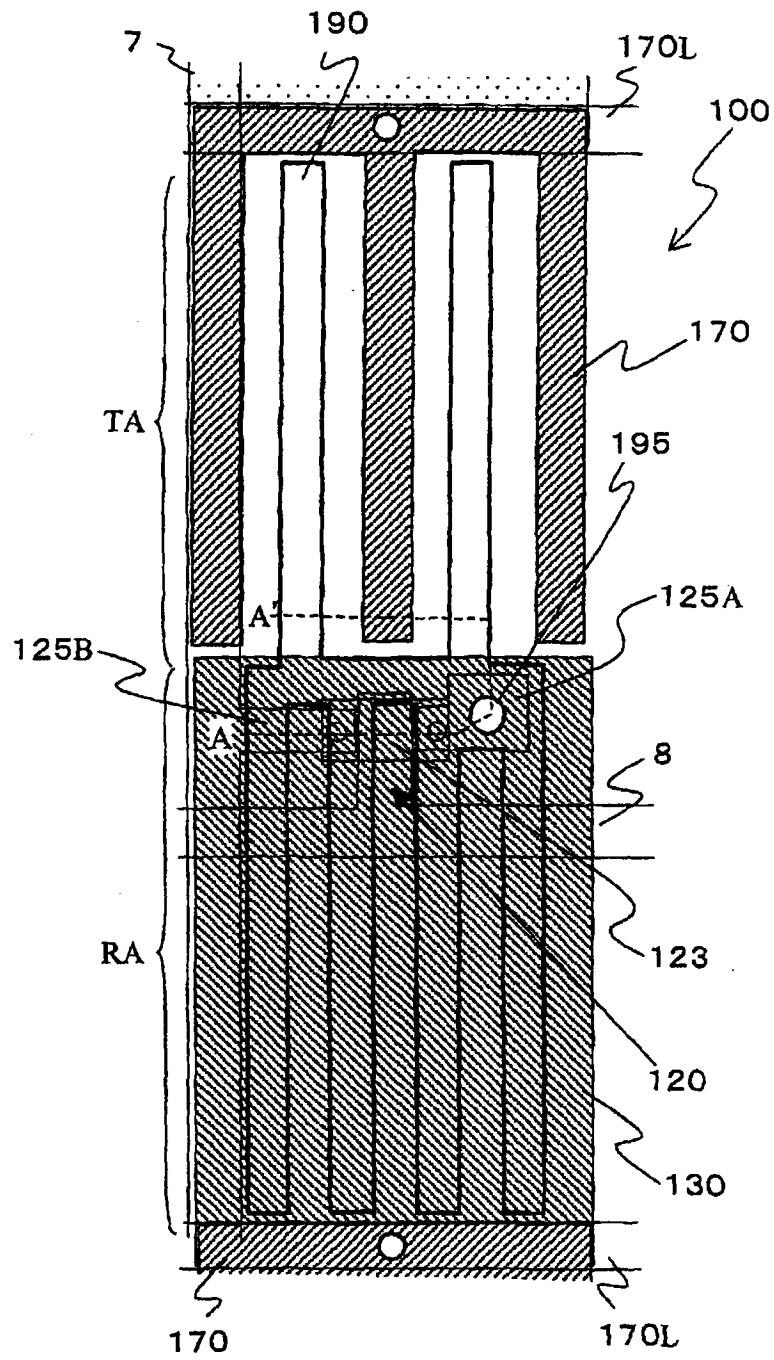


图 2

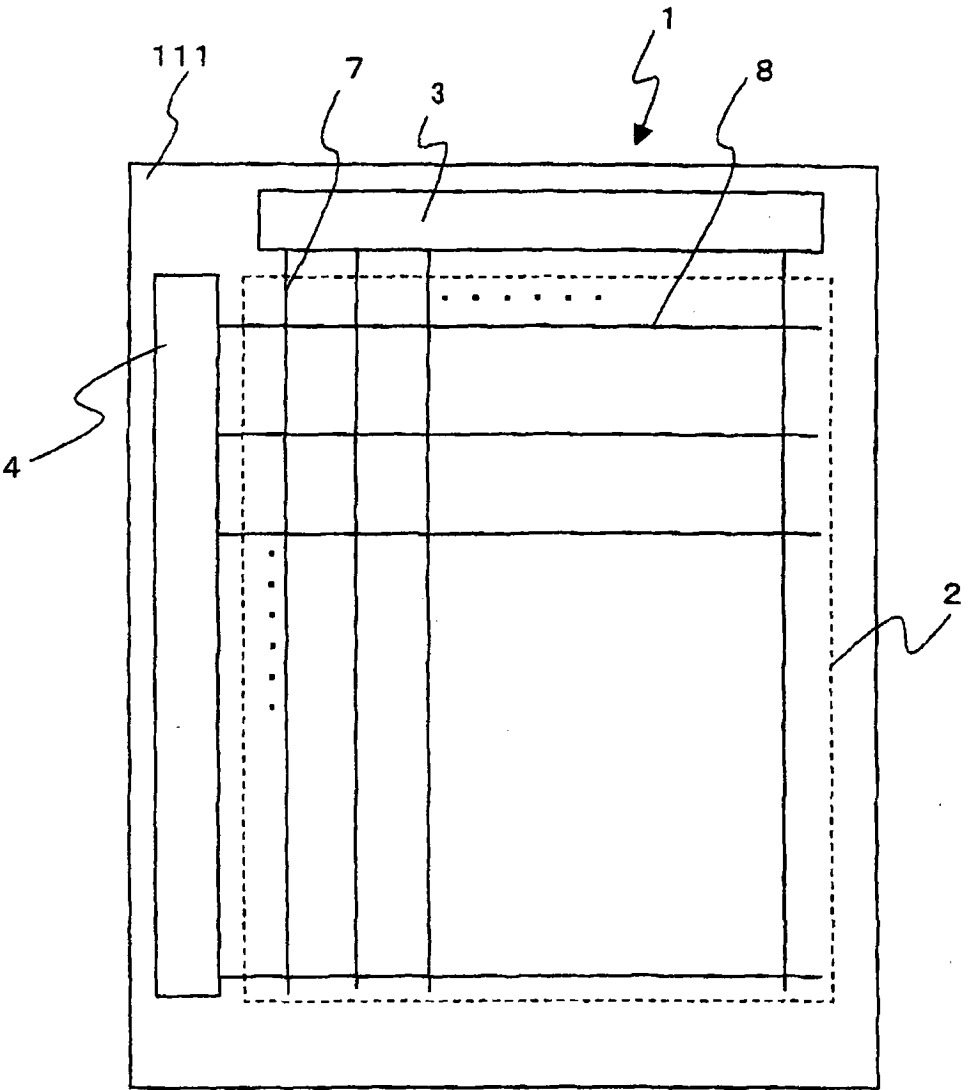


图 3

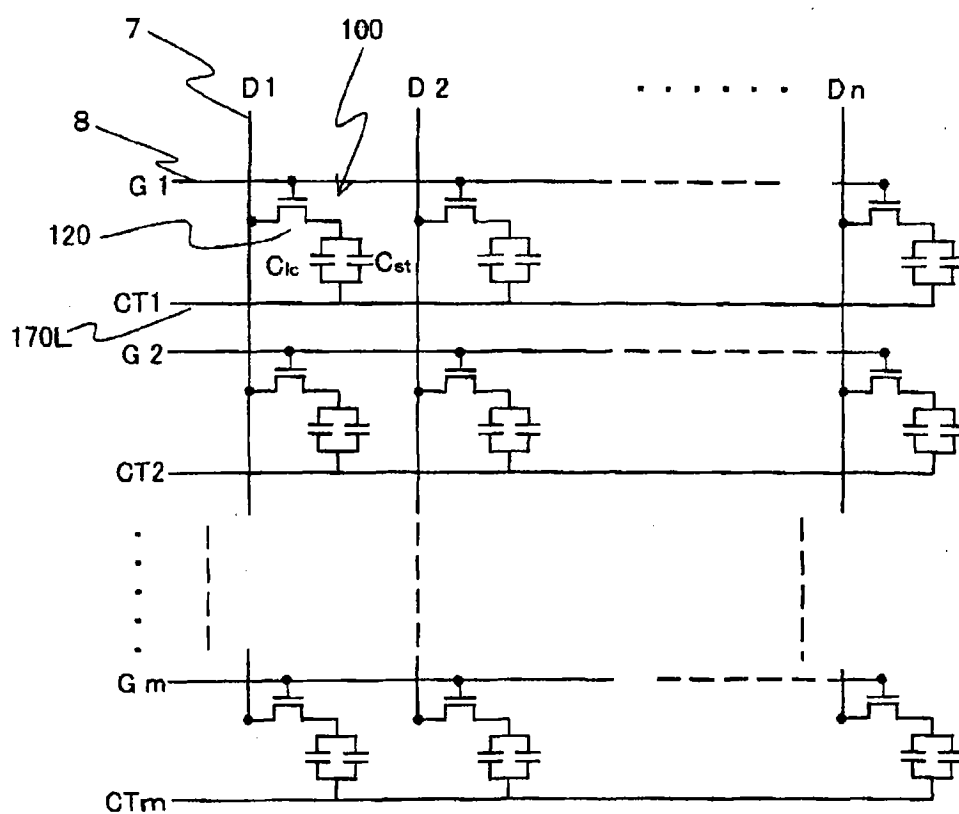


图 4

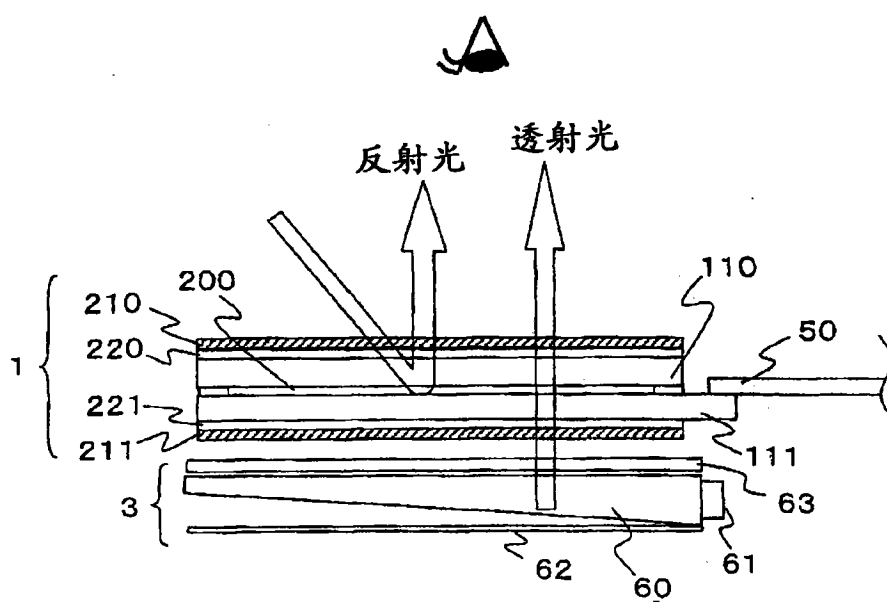


图 5

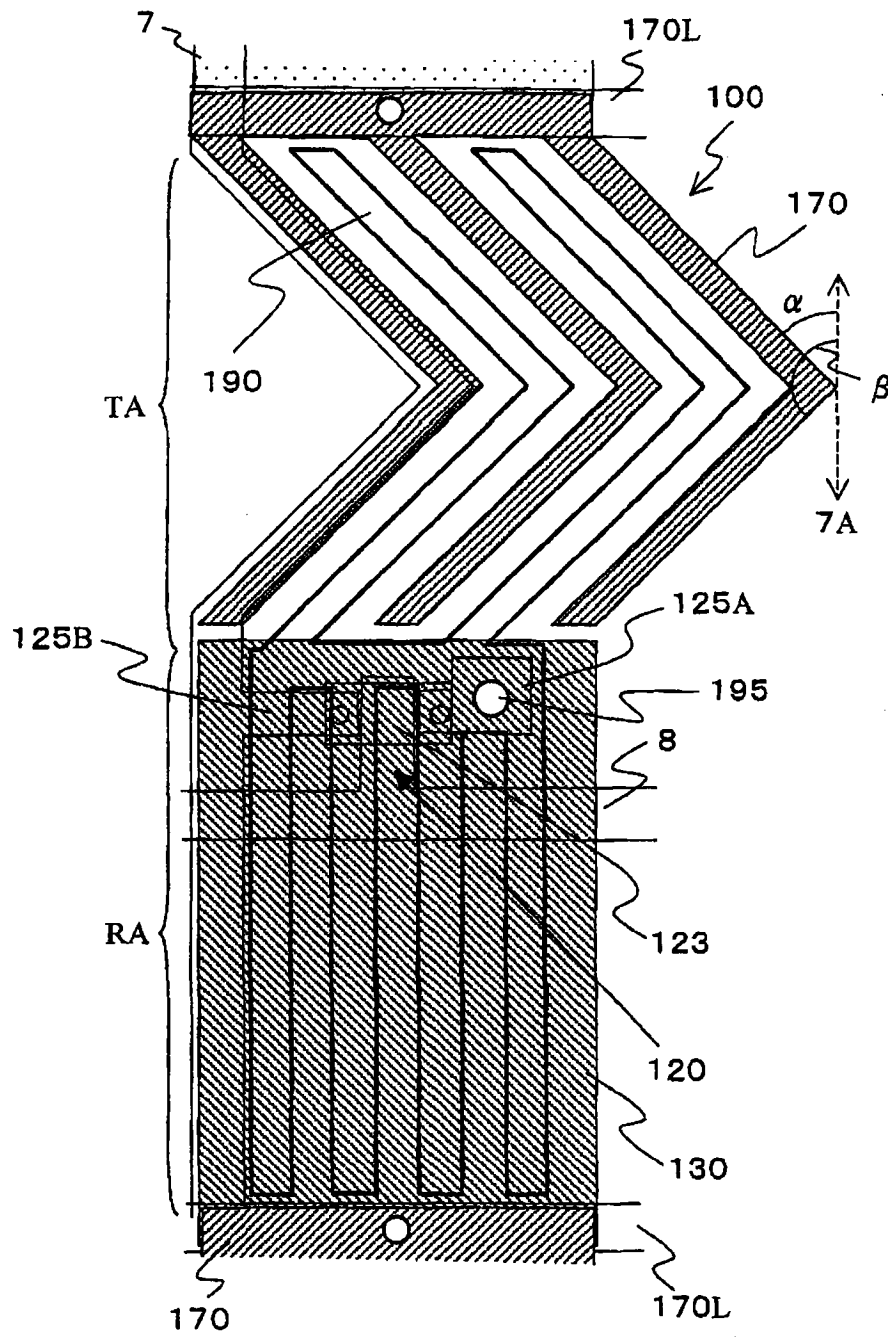


图 6

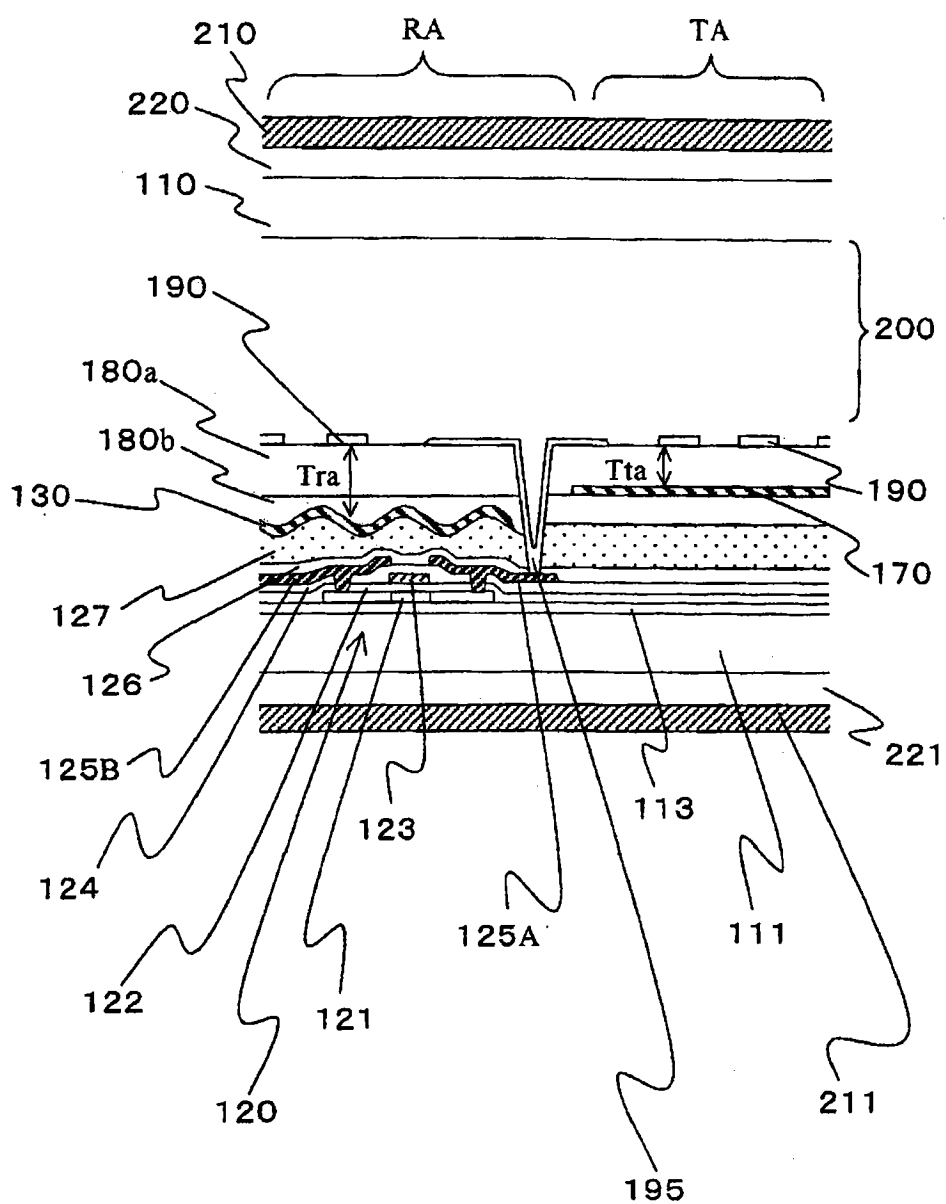


图 7

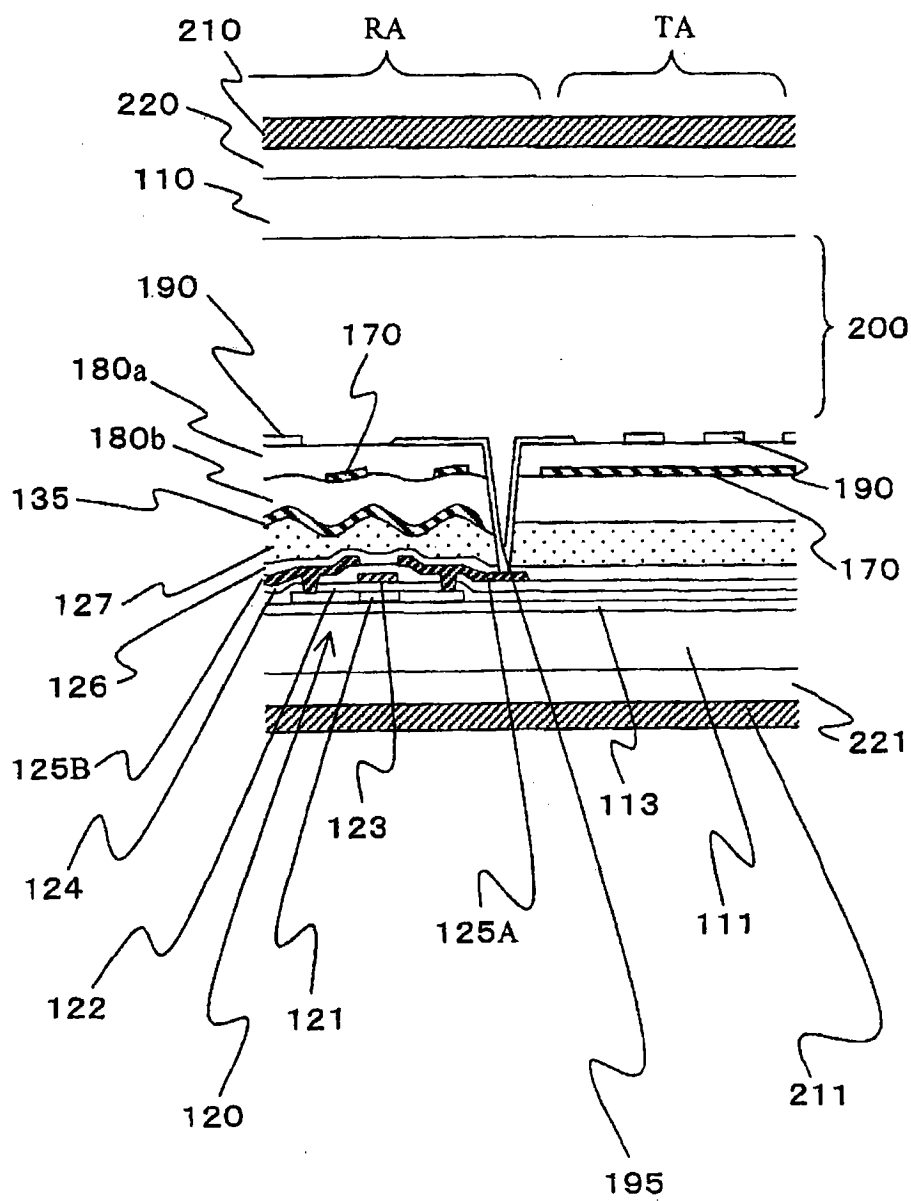


图 8

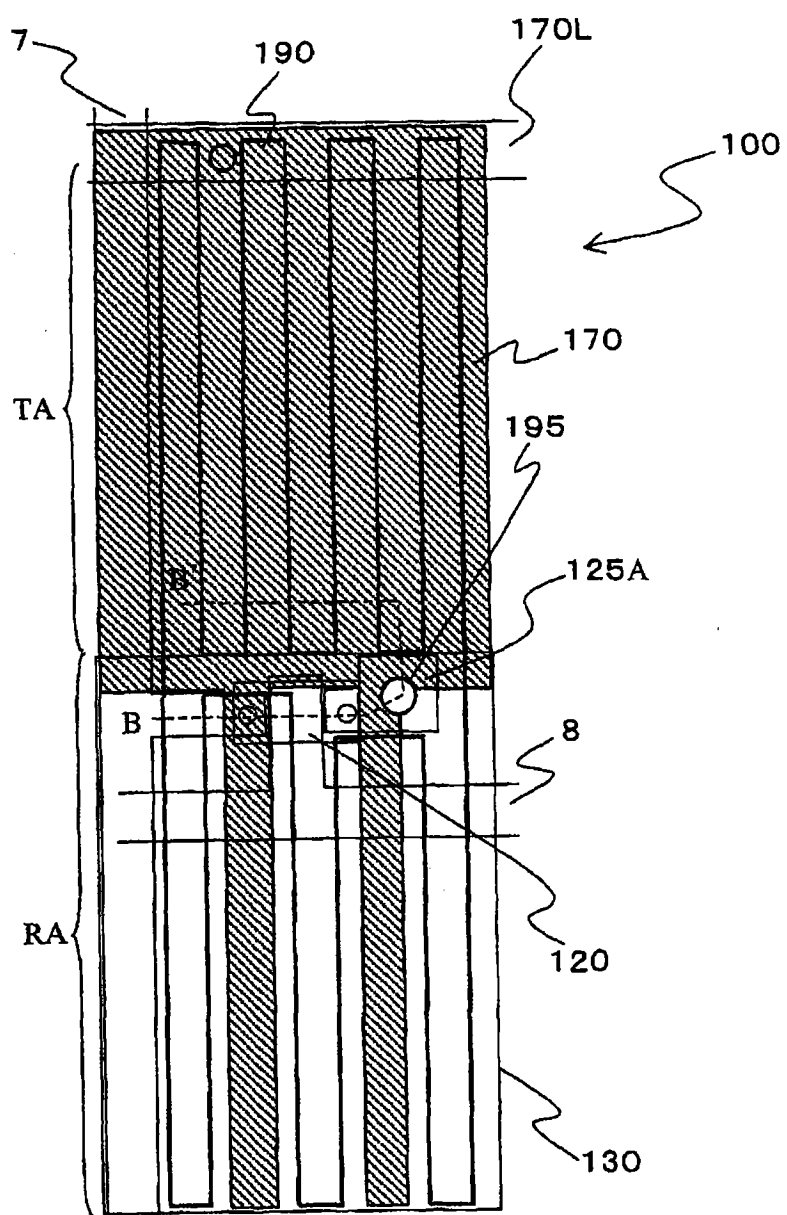


图 9

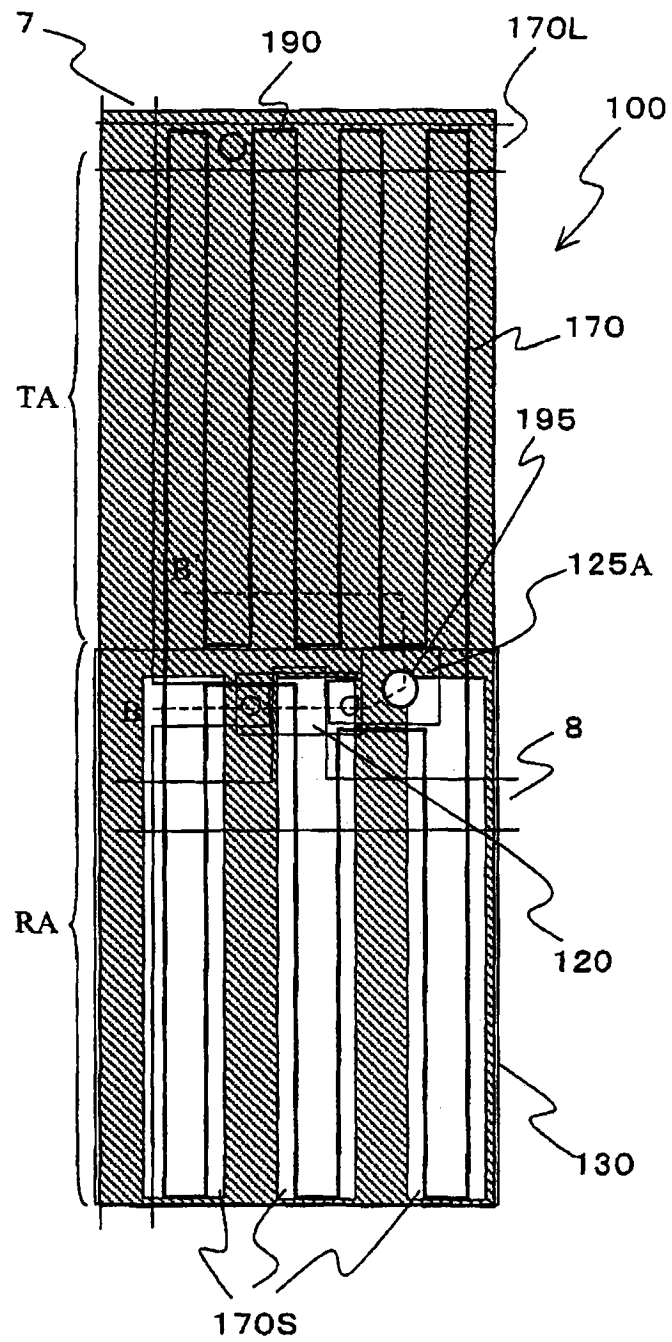


图 10

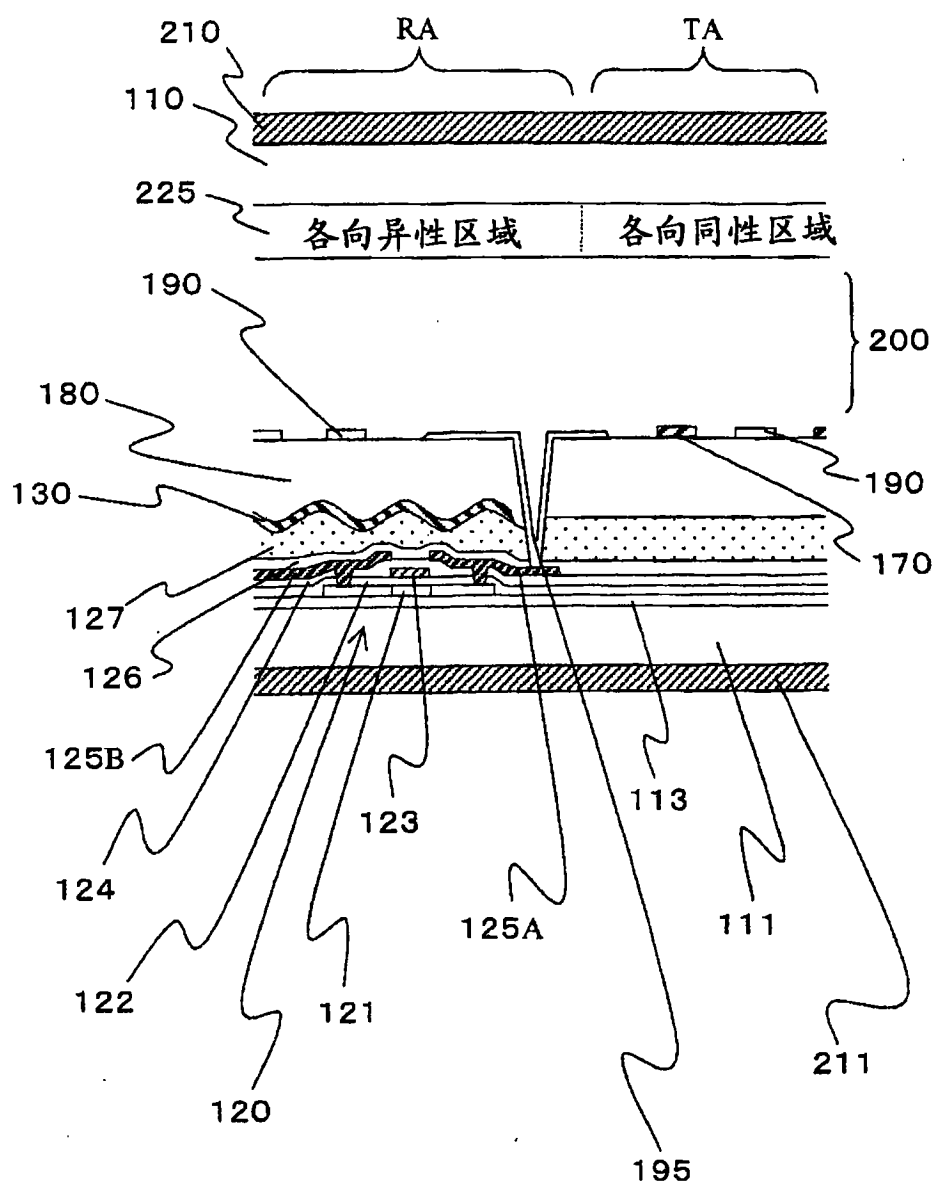


图 11

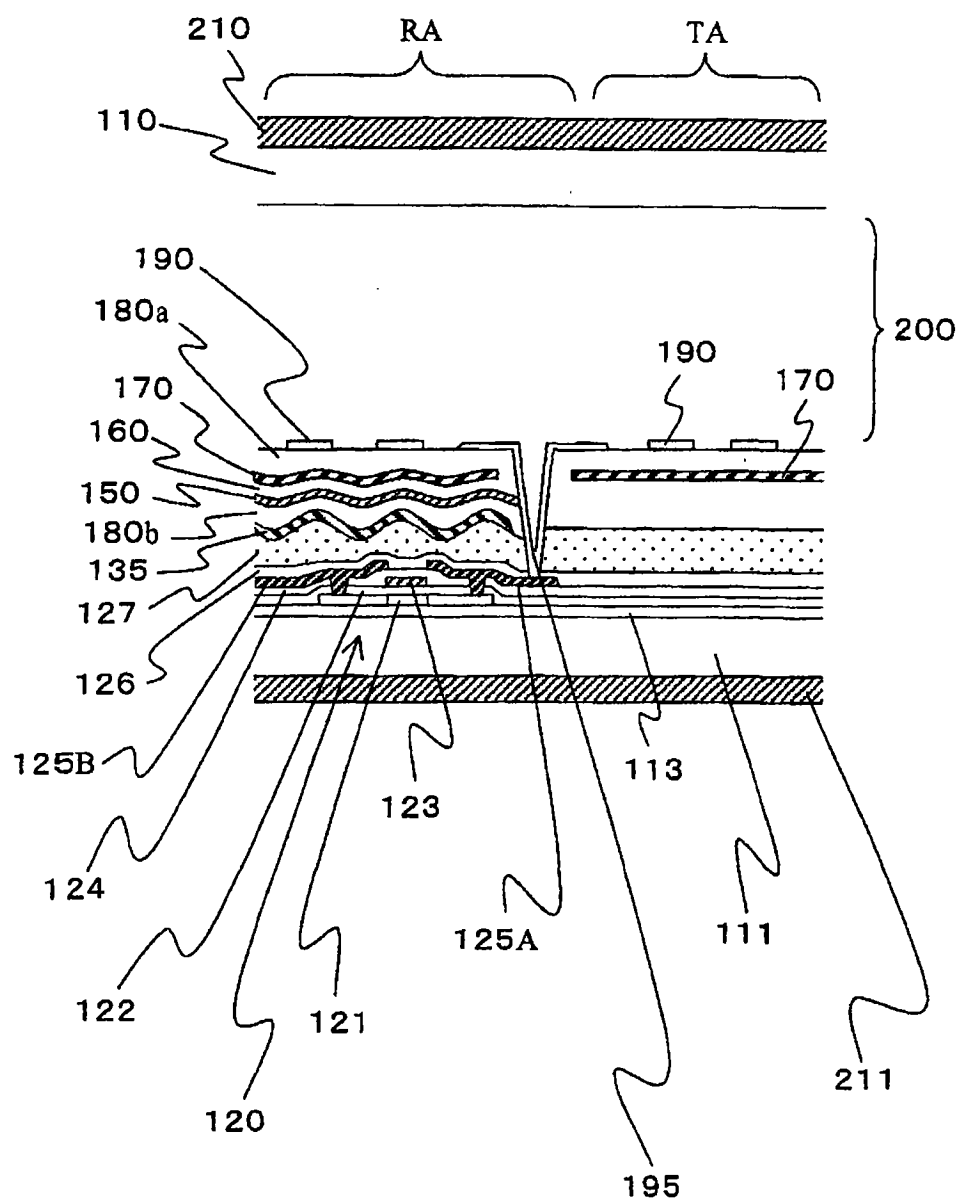


图 12

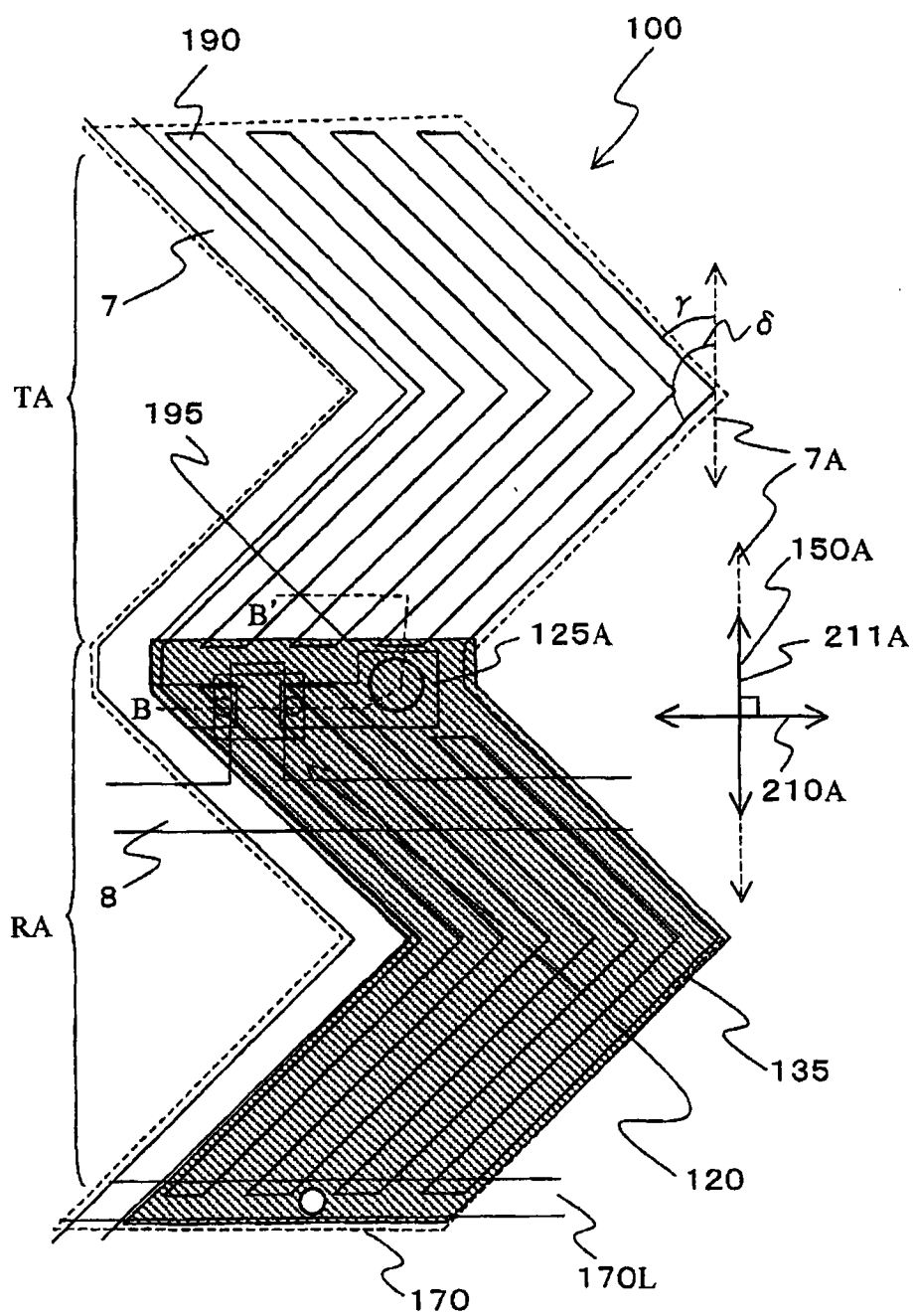


图 13

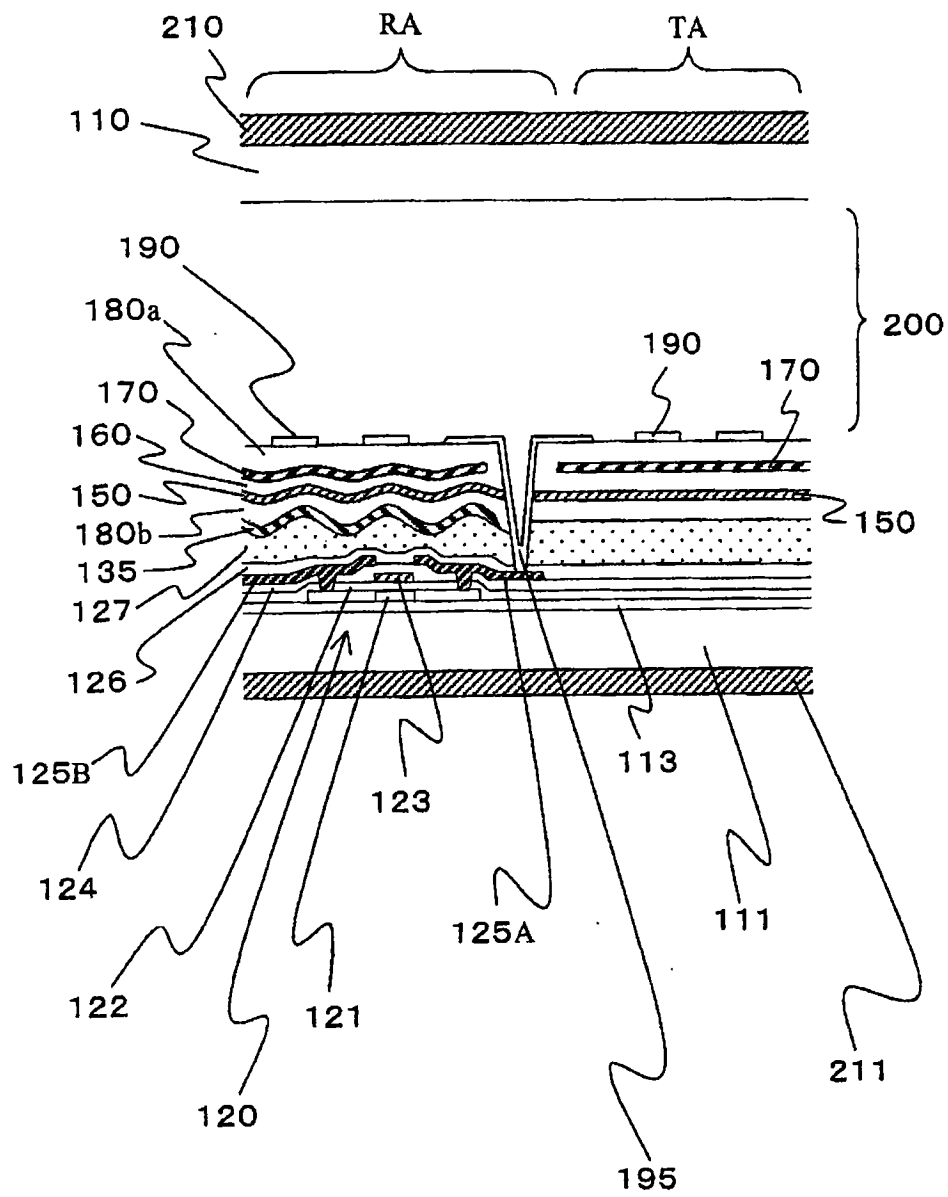


图 14

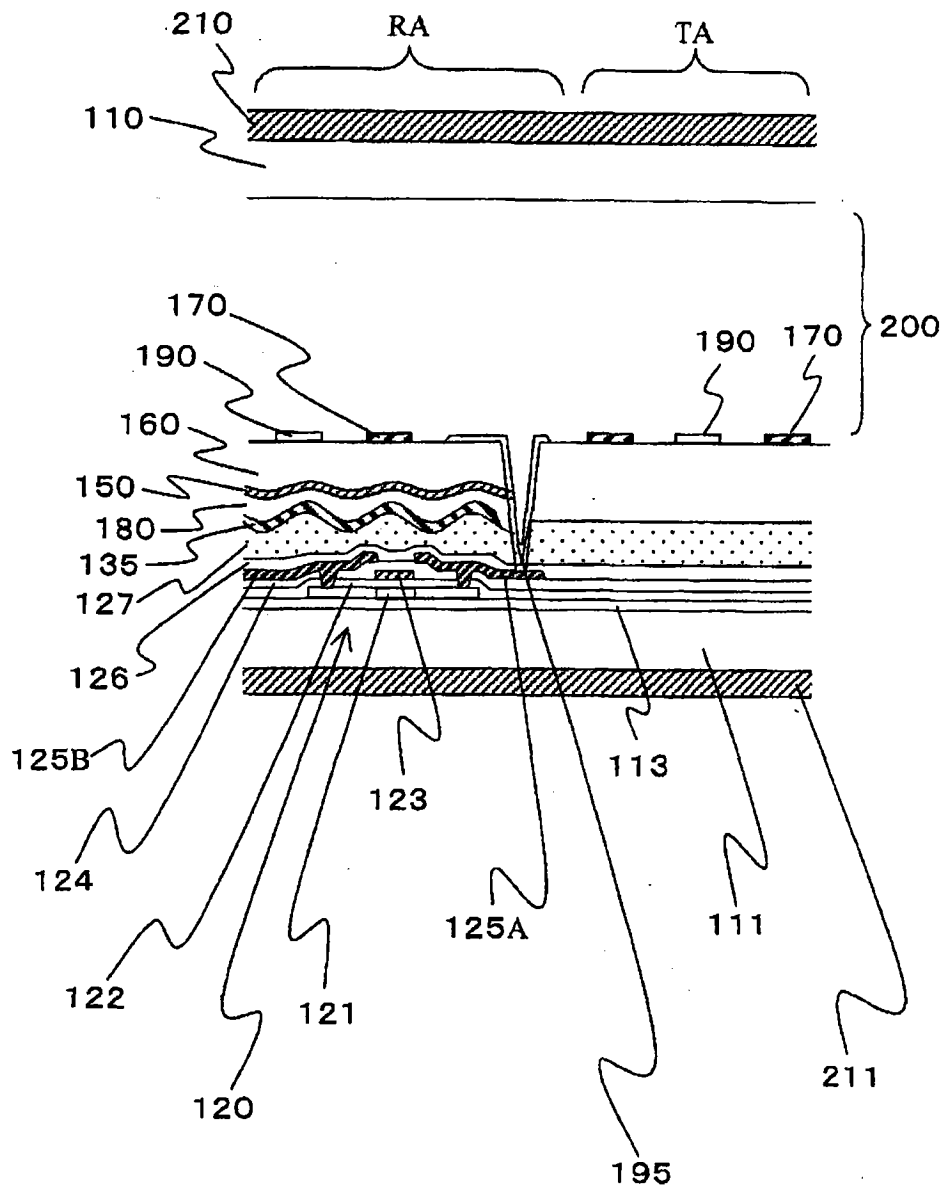


图 15

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101359118B	公开(公告)日	2010-09-29
申请号	CN200810129451.X	申请日	2008-07-31
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立显示器		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立显示器		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立显示器		
[标]发明人	足立昌哉 武田新太郎		
发明人	足立昌哉 武田新太郎		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/139		
CPC分类号	G02F2001/133541 G02F2413/09 G02F1/13718 G02F1/133555 G02F1/134363		
代理人(译)	郭放		
优先权	2007202603 2007-08-03 JP		
其他公开文献	CN101359118A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种可以对应于各种像素尺寸的使用了各向同性液晶的液晶显示装置，具备第1透明基板(110)和第2透明基板(111)、夹在这些基板之间的各向同性液晶层(200)，在第2透明基板(111)上，具有像素电极(190)和公共电极(130、170)，在一个像素内具备反射区域(RA)和透射区域(TA)。在反射区域(RA)中，将像素电极(190)形成为梳齿状，隔着绝缘层(180)将公共电极(130)形成为面状。在透射区域(TA)中，在相同层中将像素电极(190)和公共电极(170)形成为梳齿状。对于通过像素电极(190)与公共电极(130、170)之间的电压差而形成在液晶层(200)中的电场，反射区域(RA)的电场小于透射区域(TA)的电场。

