



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101802693 A

(43) 申请公布日 2010.08.11

(21) 申请号 200880108044.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008.09.18

G02F 1/1337(2006.01)

(30) 优先权数据

G02F 1/1335(2006.01)

2007-242568 2007.09.19 JP

G02F 1/1343(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.03.19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/002569 2008.09.18

(87) PCT申请的公布数据

W02009/037835 JA 2009.03.26

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 桥本义人 大上裕之 久保真澄

曾我雅之

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

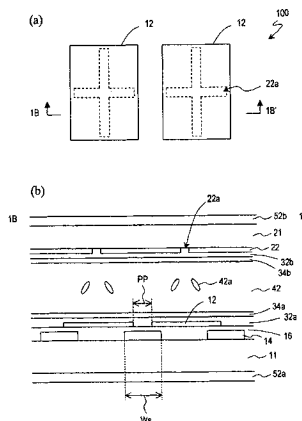
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 11 页

(54) 发明名称

液晶显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种液晶显示装置,其为 VA 模式的液晶显示装置,该液晶显示装置具有分别在—对垂直取向膜 (32a、32b) 的液晶层—侧的表面形成的由光聚合物构成的一对取向维持层 (34a、34b),和仅在相对电极上设置的十字形状的开口部 (22a)。在向液晶层施加规定的电压时,形成有 4 个液晶畴,各液晶层的指向矢的方位相互不同,并且相对于—对偏光板的偏光轴成大致 45 度。在没有向液晶层施加电压时,分别与 4 个液晶畴对应的区域的液晶分子的预倾方位由取向维持层 (34a、34b) 规定。



1. 一种液晶显示装置,其具有多个像素和以正交尼科尔方式配置的一对偏光板,并以常黑模式显示图像,该液晶显示装置的特征在于:

所述多个像素分别包括:

包含介电各向异性为负的向列液晶材料的液晶层;

隔着所述液晶层相互相对的像素电极和相对电极;

在所述像素电极与所述液晶层之间以及所述相对电极与所述液晶层之间设置的一对垂直取向膜;

分别在所述一对取向膜的所述液晶层一侧的表面形成的由光聚合物构成的一对取向维持层;和

仅在所述像素电极与所述相对电极中的所述相对电极上设置的、以与所述一对偏光板的偏光轴重叠的方式配置的至少一个十字形状的开口部,

在向所述液晶层施加规定的电压时,在所述液晶层形成有4个液晶畴,代表分别包含于所述4个液晶畴的液晶分子的取向方向的指向矢的方位相互不同,并且相对于所述一对偏光板的偏光轴成大致45度,

在没有向所述液晶层施加电压时,分别与所述4个液晶畴对应的区域的液晶分子的预倾方位由所述取向维持层规定。

2. 如权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述像素电极具有沿某方向排列成一列的多个子像素电极,

所述相对电极所具有的至少一个十字形状的开口部,包括配置于分别与所述多个子像素电极相对的位置的开口部,

在向所述液晶层施加规定的电压时,分别在与所述多个子像素电极一对一地对应的多个子像素区域中形成有所述4个液晶畴。

3. 如权利要求2所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述多个子像素区域包括以透过模式进行显示的透过子像素区域和以反射模式进行显示的反射子像素区域。

4. 如权利要求3所述的液晶显示装置,其特征在于:

还具有仅在与所述反射子像素区域对应的区域选择性地设置的内部相位差层。

5. 如权利要求1~4中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述光聚合物包括二丙烯酸酯或二甲基丙烯酸酯中的任一单体的聚合物,所述液晶层包含所述单体。

6. 如权利要求1~5中任一项所述的液晶显示装置,其特征在于:

所述一对取向维持层包含粒径为50nm以下的所述光聚合物的粒子。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置,特别是涉及能够很好地适用于像素间距比较小的液晶显示装置中的取向控制结构。

背景技术

[0002] 现在,作为具有宽视野角特性的液晶显示装置,正利用横电场模式(包括 IPS 模式和 FFS 模式。)、和垂直取向(VA)模式。VA 模式与横电场模式相比批量生产性优异,因此广泛使用于 TV 用途和便携用途。

[0003] VA 模式的液晶显示装置,进一步分为 MVA 模式(参照专利文献 1)和 CPA 模式(参照专利文献 2)。

[0004] 在 MVA 模式中,在相互正交的两个方向上配置直线状的取向限制单元(狭缝或肋),在取向限制单元之间,形成 4 个液晶畴,就该 4 个液晶畴而言,代表各畴的指向矢的方位角与以正交尼科尔方式配置的偏光板的偏光轴(透过轴)成 45 度。当令方位角 0 度为钟表刻度盘的 3 点方向,并令逆时针旋转为正时,4 个畴的指向矢的方位角为 45 度、135 度、225 度、315 度。相对于偏光轴 45 度方向的直线偏光由于不被偏光板吸收,因此从透过率的角度来看最优选。这样,将在 1 个像素中形成 4 个畴的结构称为 4 分割取向结构或仅称为 4D 结构。

[0005] 但是,上述的 MVA 模式不适合于小像素(例如,短边不足 $100\ \mu\text{m}$ 、特别是不足 $60\ \mu\text{m}$)。例如,在将狭缝用作取向限制单元的情况下,为了得到足够的取向限制力,狭缝的宽度需要为 $10\ \mu\text{m}$ 程度以上,为了形成 4 个畴,需要在相对电极上形成沿从基板法线方向观察时相互相差 90 度的方向延伸的狭缝(< 字形狭缝),并在像素电极上形成以该狭缝为中心隔开一定的间隔地平行的 2 条 < 字形狭缝。即,需要使约 $10\ \mu\text{m}$ 宽度的狭缝每 3 条平行地沿 45 度-225 度方向和 135 度-315 度方向配置。设置狭缝(或肋)的部位不能够有助于显示,因此当适用于短边不足 $100\ \mu\text{m}$ 的像素时,透过率(亮度)极端降低。进而,在高精细的小型液晶显示装置、例如便携式电话用的 2.4 型 VGA 中,像素的间隔(行方向 \times 纵方向)为例如 $25.5\ \mu\text{m} \times 76.5\ \mu\text{m}$,在这样的小像素中,甚至已经不能够形成上述的狭缝。当然,当使狭缝的宽度变窄时,无法得到足够的取向限制力。

[0006] 专利文献 1:特开平 11-242225 号公报

[0007] 专利文献 2:特开 2002-202511 号公报

[0008] 专利文献 3:特开平 06-43461 号公报

[0009] 专利文献 4:特开 2002-357830 号公报

[0010] 专利文献 5:特开 2006-78968 号公报

发明内容

[0011] 于是,在像素比较小的液晶显示装置中,采用 CPA 模式。参照图 11(a) ~ (c),对 CPA 模式的液晶显示装置的结构简单地说明。图 11(a) 为 CPA 模式的液晶显示装置 90A

的 1 个像素的示意性的截面图,图 11(b) 为示意性的平面图。在图 11(a) 中表示中间灰度显示状态的液晶分子 42a 的取向状态。图 11(c) 为示意性地表示白显示状态的液晶分子的取向状态的平面图。此外,在以下的附图中共同的构成要素用共同的参照符号表示,有时省略说明。

[0012] 液晶显示装置 90A,在一对基板 11 与 21 之间,具有由垂直取向膜 32a 和 32b 进行取向限制的垂直取向型液晶层 42。液晶分子 42a 具有负的介电各向异性,施加电压时液晶分子 42a 倾斜的方位,由在像素电极 12 的边缘部产生的倾斜电场和在相对电极 22 的液晶层 42 一侧设置的铆钉 (rivet) (凸部) 92 的取向限制力来规定。当施加有足够高的电压时,如图 11(c) 所示,液晶分子 42a 呈以铆钉 92 为中心放射状地倾斜的取向。此时,液晶分子 42a 的取向状态以铆钉 92 为中心地具有轴对称性,将呈这样的取向状态的畴称为倾斜取向畴或者轴对称取向畴。

[0013] 液晶显示装置 90A 具有以隔着液晶层 42 相对的方式配置的一对偏光板 52a 和 52b,在偏光板 52a 和 52b 与液晶层 42 之间分别具有 1/4 波长板 (四分之一波长板) 72a 和 72b。偏光板 52a 和 52b 的偏光轴以相互正交的方式配置 (以正交尼科尔方式配置)。通过利用全方位的放射状倾斜取向畴和圆偏振光,能够得到高的透过率 (亮度)。在图 13(a) 中表示液晶显示装置 90A 的白 (最高灰度等级) 显示状态的像素的透过率分布的模拟结果。除了在铆钉 92 的中心附近形成有透过率低的区域以外,表示出均匀的高透过率。

[0014] 利用 1/4 波长板的 CPA 模式,透过率高,但与 MVA 模式相比,存在对比度低,视野角也窄的问题。即,当使用 1/4 波长板时,在倾斜的视角下,与从正面 (显示面法线方向 (视角 0 度)) 观察时相比显示 (特别是低灰度等级 (低亮度) 显示) 看起来明亮的所谓的“泛白”比 MVA 模式显著。

[0015] 通过省略液晶显示装置 90A 的 1/4 波长板 72a 和 72b,即通过组合 CPA 模式和直线偏光,能够抑制泛白,提高对比度,使视野角变宽。但是,如图 13(b) 所示,透过率降低。图 13(b) 是省略了液晶显示装置 90A 的 1/4 波长板 72a 和 72b 的液晶显示装置的白显示状态的像素透过率分布的模拟结果的图,液晶分子的取向方向与偏光板的吸收轴平行的区域的透过率变得非常低。

[0016] 另一方面,在专利文献 3 中,公开有如下技术:通过在相对电极设置十字状的狭缝,形成有 4 个畴 (图 8、[0033] 段)。参照图 12(a) ~ (c),对适用了专利文献 3 的结构的 VA 模式的液晶显示装置 90B 的结构简单地说明。图 12(a) 是液晶显示装置 90B 的 1 个像素的示意性的截面图,(b) 为示意性的平面图,(c) 为示意性地表示白显示状态的液晶分子的取向状态的平面图。

[0017] 液晶显示装置 90B,在施加电压时,通过在像素电极 12 的边缘部产生的倾斜电场、和在相对电极 22 的狭缝 (也称作开口部) 22a 的附近产生的倾斜电场,对液晶分子 42a 倾斜的方位进行规定。当施加到液晶层 42 的电压足够高时,如图 12(c) 所示,形成有 4 个畴。当令如图 12(b) 所示的十字形状的开口部 22a 的横方向的狭缝为 X 轴,纵方向的狭缝为 Y 轴时,在像素的第一、第二、第三和第四象限中形成的各畴的指向矢的方位角为 45° 、 135° 、 225° 和 315° 。因此,液晶显示装置 90B 的白 (最高灰度等级) 显示状态的像素的透过率分布如图 13(c) 所示,除了与偏光板的吸收轴平行的区域以外,表示出均匀的高透过率。

[0018] 但是,由于在液晶显示装置 90B 中,与液晶显示装置 90A 的铆钉 92 与电场的有无

无关地发挥取向限制力这一点不同,仅在施加电压时才显出取向限制力,所以在施加的电压低的情况下不能够得到足够的取向限制力。因此,存在如下问题:特别是在比中间的灰度等级低的灰度等级下液晶分子的取向不稳定,因而未被实用化。

[0019] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于,提供一种液晶显示装置,其具有比现有的将 CPA 模式和圆偏振光组合而得到的液晶显示装置高的对比度和宽的视野角特性,具有比 CPA 模式和直线偏光的组合高的透过率,并且,即使在低灰度等级下,液晶分子的取向也稳定。

[0020] 本发明的液晶显示装置为具有多个像素和以正交尼科尔方式配置的一对偏光板,并以常黑模式显示图像的液晶显示装置,其特征在于,上述多个像素分别包括:包含介电各向异性为负的向列(nematic)液晶材料的液晶层;隔着上述液晶层相互相对的像素电极和相对电极;在上述像素电极与上述液晶层之间以及上述相对电极与上述液晶层之间设置的一对垂直取向膜;分别在上述一对取向膜的上述液晶层一侧的表面形成的由光聚合物构成的一对取向维持层;和仅在上述像素电极与上述相对电极中的上述相对电极上设置的、与上述一对偏光板的偏光轴重叠的方式配置的至少一个十字形状的开口部,在向上述液晶层施加规定的电压时,在上述液晶层形成有 4 个液晶畴,代表分别包含于上述 4 个液晶畴的液晶分子的取向方向的指向矢(director)的方位相互不同,并且相对于上述一对偏光板的偏光轴成大致 45 度,在没有向上述液晶层施加电压时,分别与上述 4 个液晶畴对应的区域的液晶分子的预倾(pretilt)方位由上述取向维持层规定。

[0021] 在某实施方式中,上述像素电极具有沿某方向排列成一列的多个子像素电极,上述相对电极所具有的至少一个十字形状的开口部,包括配置于分别与上述多个子像素电极相对的位置的开口部,在向上述液晶层施加规定的电压时,分别在上述多个子像素电极一对一地对应的多个子像素区域中形成有上述 4 个液晶畴。

[0022] 在某实施方式中,上述多个子像素区域包括以透过模式进行显示的透过子像素区域和以反射模式进行显示的反射子像素区域。

[0023] 在某实施方式中,还具有仅在与上述反射子像素区域对应的区域选择性地设置的四分之一波长板。

[0024] 在某实施方式中,上述光聚合物包括二丙烯酸酯(diacrylate)或二甲基丙烯酸酯(dimethacrylate)中的任一单体的聚合物,上述液晶层包含上述单体。

[0025] 在某实施方式中,上述一对取向维持层包含粒径为 50nm 以下的上述光聚合物的粒子。

[0026] 发明的效果

[0027] 本发明的液晶显示装置,利用十字形状的开口部(狭缝)形成 4 分割取向结构,并且由取向维持层对各畴的液晶分子的预倾方位进行规定。因而,由于将 4D 结构和直线偏光组合,与 CPA 和圆偏振光的组合相比,对比度和视野角特性优异,透过率比 CPA 和直线偏光的组合高,并且,即使在低灰度等级下液晶分子的取向也稳定。

附图说明

[0028] 图 1 是示意性地表示本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的 2 个像素的结构的示意图,图 1(a) 为平面图,图 1(b) 为沿图 1(a) 的 1B-1B' 线的示意性的截面图。

[0029] 图 2 是表示本发明的实施方式的液晶显示装置所具有的取向维持层的 SEM 像的图。

[0030] 图 3 与关于液晶显示装置 100 的 1 个像素的沿图 1 中的 1B-1B' 线的截面图对应, (a) 为示意性地表示黑显示状态 (不施加电压时) 的液晶分子 42a 的取向状态的图, (b) 为示意性地表示白显示状态 (施加电压时) 的液晶分子 42a 的取向状态的图。

[0031] 图 4 是液晶显示装置 90B 的像素的截面图, (a) 为示意性地表示黑显示状态 (不施加电压时) 液晶分子 42a 的取向状态的图, (b) 为示意性地表示白显示状态 (施加电压时) 的液晶分子 42a 的取向状态的图。

[0032] 图 5(a) 和 (b) 是用于说明由 PSA 处理的有无引起的伽马特性的不同的图, 是表示通过模拟求得的液晶显示装置的伽马特性的坐标图。

[0033] 图 6 是针对多种开口部 22a 的宽度, 表示液晶分子的取向方位的分布的坐标图, (a) 表示向液晶层施加有 2.5V 的状态 (中间灰度显示状态), (b) 表示向液晶层施加有 4.5V 的状态 (白显示状态), (c) 表示施加有比白显示电压高的电压 (10V) 的状态。

[0034] 图 7 是表示狭缝宽度与透过率关系的坐标图, 横轴表示狭缝宽度, 纵轴表示令狭缝宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 时的透过率为 1 的情况下的透过率比。

[0035] 图 8 是针对多种像素的纵横比, 表示液晶分子的取向方位的分布 (施加 4V 时) 的坐标图, (a) 表示像素的横方向的间距为 $25.5\ \mu\text{m}$ 的情况, (b) 表示像素的横方向的间距为 $46.5\ \mu\text{m}$ 的情况, (c) 表示像素的横方向的间距为 $59.0\ \mu\text{m}$ 的情况。

[0036] 图 9 是针对多种像素的纵横比, 表示液晶分子的取向方位的分布 (施加 10V 时) 的坐标图, (a) 表示像素的横方向的间距为 $25.5\ \mu\text{m}$ 的情况, (b) 表示像素的横方向的间距为 $46.5\ \mu\text{m}$ 的情况, (c) 表示像素的横方向的间距为 $59.0\ \mu\text{m}$ 的情况。

[0037] 图 10 是示意性地表示本发明的实施方式的半透过型液晶显示装置 200 的像素的结构图, (a) 为平面图, (b) 为沿 (a) 的 10B-10B' 线的示意性的截面图。

[0038] 图 11 的 (a) ~ (c) 是用于 CPA 模式的液晶显示装置 90A 的结构图, (a) 为 1 个像素的示意性的截面图, (b) 为示意性的平面图, (c) 为示意性地表示白显示状态的液晶分子的取向状态的截面图。

[0039] 图 12 的 (a) ~ (c) 是用于对使用了专利文献 3 的结构 VA 模式的液晶显示装置 90B 的结构进行简单说明的附图, (a) 为 1 个像素的示意性的截面图, (b) 为示意性的平面图, (c) 为示意性地表示白显示状态的液晶分子的取向状态的平面图。

[0040] 图 13(a) 为液晶显示装置 90A 的白显示状态的像素的透过率分布模拟结果的示意图, (b) 为省略了液晶显示装置 90A 的 $1/4$ 波长板 72a 和 72b 的液晶显示装置的白显示状态的像素的透过率分布的模拟结果的图, (c) 为液晶显示装置 90B 的白显示状态的像素的透过率分布的模拟结果的图。

[0041] 符号说明:

[0042] 11、21 基板

[0043] 12 像素电极

[0044] 12a 透明子像素电极

[0045] 12b 反射子像素电极

[0046] 22 相对电极

- [0047] 22a 十字形状的开口部（狭缝）
[0048] 32a、32b 垂直取向膜
[0049] 34a、34b 取向维持层
[0050] 42 液晶层
[0051] 42a 液晶分子
[0052] 52a、52b 偏光板
[0053] 100、200 液晶显示装置

具体实施方式

[0054] 以下，参照附图，对本发明的实施方式的液晶显示装置的结构和动作进行说明，但本发明并不限于以下说明的实施方式。

[0055] 图 1 是示意性地表示本发明的实施方式的液晶显示装置 100 的 2 个像素的结构的示意图，图 1(a) 为平面图，图 1(b) 为沿图 1(a) 的 1B-1B' 线的示意性的截面图。

[0056] 液晶显示装置 100 为具有多个像素、具有一对基板 11 和 21 和设置于它们的外侧的以正交尼科尔方式配置的一对偏光板 52a 和 52b、并且以常黑模式显示图像的液晶显示装置。各像素包括：包含介电各向异性为负的向列（nematic）液晶材料（液晶分子 42a）的液晶层 42、以及隔着上述液晶层 42 相互相对的像素电极 12 和相对电极 22。在像素电极 12 与液晶层 42 之间以及相对电极 22 与液晶层 42 之间设置有一对垂直取向膜 32a 和 32b。进而，分别在垂直取向膜 32a 和 32b 的、液晶层 42 一侧的表面形成有由光聚合物构成的一对取向维持层 34a 和 34b。

[0057] 取向维持层 34a 和 34b 如在后面详述的那样，在形成液晶单元之后，在向液晶层 42 施加有电压的状态下，通过将预先混合于液晶材料的光聚合性单体聚合而形成。液晶分子 42a 被垂直取向膜 32a 和 32b 取向限制直到将单体聚合为止，当施加白显示电压时，与如图 12 所示的液晶显示装置 90B 相同地，通过在像素电极 12 的边缘部产生的倾斜电场、和在相对电极 22 的开口部 22a 附近产生的倾斜电场，形成有 4D 结构。取向维持层 34a 和 34b，即使在去掉电压后（不施加电压状态），也以维持（存储）在向液晶层 42 施加电压状态下的液晶分子 42a 的取向的方式发挥作用。因此，由取向维持层 34a 和 34b 规定的液晶分子 42a 的预倾方位（没有施加电压时的液晶分子的倾斜方位），与施加电压时形成的 4D 结构的畴的指向矢的方位整合。

[0058] 仅在在像素电极 12 和相对电极 22 中的相对电极 22 上至少设置有 1 个开口部 22a。即，在像素电极 12 上没有设置开口部。在此，表示在各像素上形成有 1 个开口部 22a 的例子。该开口部 22a 具有十字形状，以与一对偏光板 52a 和 52b 的偏光轴重叠的方式配置。在此，偏光板 52a 和 52b 的一个偏光轴沿水平方向配置，另一个偏光轴沿垂直方向配置，开口部 22a 如图 1(a) 所示，具有使在水平方向延伸的狭缝与在垂直方向延伸的狭缝交叉的十字形状。此外，设置于相对电极 22 的十字形状的开口部 22a，优选：以从基板法线方向观察时，如图 1(a) 所示，开口部 22a 的端部与像素电极 12 的边缘大体一致的方式形成。这是为了在像素内的液晶层 42 的整体形成倾斜电场。开口部 22a 的端部也可以越过像素电极 12 的边缘，但当与和相邻的像素电极 12 对应地设置的开口部 22a 的间隔变得过于狭窄时，相对电极 22 的电阻值增大，因此不作为优选。

[0059] 在通过向像素电极 12 与相对电极 22 之间赋予电位差来向液晶层 42 施加规定的电压时,在液晶层 42 上形成有 4 个液晶畴。如参照图 12 所说明的那样,代表分别包含于 4 个液晶畴的液晶分子 42a 的取向方向的指向矢的方位相互不同,并且相对于一对偏光板 52a 和 52b 成大致 45 度。即,液晶显示装置 100 的像素具有 4D 结构。

[0060] 液晶显示装置 100 与如图 12 所示的现有的液晶显示装置 90B 不同,具有取向维持层 34a 和 34b,这些取向维持层 34a 和 34b,在不向液晶层 42 施加电压时,以对分别与 4 个液晶畴对应的区域的液晶分子 42a 的预倾方位进行规定的方式发挥作用。

[0061] 像这样,液晶显示装置 100 将 4D 结构和直线偏光组合使用,所以与利用 1/4 波长板的现有的 CPA 模式的液晶显示装置相比,具有高对比度和宽视野角特性,具有比 CPA 模式和直线偏光的组合高的透过率。进而,液晶显示装置 100,由取向维持层 34a 和 34b 以即使在不施加电压时也与 4D 结构整合的方式对预倾方位进行规定,因此与图 12 所示的液晶显示装置 90B 相比,即使在低灰度等级下,液晶分子的取向也稳定。具体而言,如在后面对实施例和比较例进行表示说明的那样,在液晶显示装置 90B 中,在低灰度等级下,取向限制力不足,因此不能够稳定地形成 4 个畴,成为如下状态:4 个畴的面积比不同,并且 / 或者,在各个畴内的液晶分子中的、沿着规定的方向取向的液晶分子的比例不为一定,其结果是,产生视角特性成为非对称的问题。

[0062] 此外,液晶显示装置 100 为 TFT 型的液晶显示装置,其包括:TFT、栅极总线(均未图示)和源极总线 14、以及覆盖它们的层间绝缘膜 16。TFT 由向栅极总线(未图示)供给的扫描信号进行接通(ON)/断开(OFF)控制,在 TFT 为接通(ON)状态时显示信号被从源极总线 14 向像素电极 12 供给。通过设置用透明的有机树脂形成的层间绝缘膜 16,能够使像素电极 12 的边缘部分与源极总线 14 重叠,因此能够提高像素开口率。例如,在行方向上相邻的像素电极 12 间的间隔(space)PP 为 $5\mu\text{m}$ 、源极总线 14 的宽度 W_s 为 $6\mu\text{m}$ 。当然,本发明的液晶显示装置不限于于此,此外也不限于 TFT 型。

[0063] 取向维持层 34a 和 34b 是使用“Polymer Sustained Alignment Technology: 聚合物稳定取向技术”这样的技术(有时也称为“PSA 技术”)形成的,具体的制造方法在专利文献 4 和 5 中记载。为了参考而将这些公开内容的全部引入本说明书中。在此,用与专利文献 5(实施例 5)中记载的方法相同的方法制作液晶面板。

[0064] 对于介电各向异性为负的向列液晶材料使用混合有 0.1 质量%以上 0.5 质量%以下的光聚合性单体的材料,来制作用于液晶显示装置 100 的液晶显示面板。使用具有液晶结构的二丙烯酸酯(diacrylate)或二甲基丙烯酸(dimethacrylate)的单体作为光聚合性单体。就液晶显示面板而言,液晶材料含有单体,除去未形成有取向维持层 34a 和 34b 以及未设置有偏光板 52a 和 52b 之外,具有与液晶显示装置 100 实质上相同的结构,相当于如图 12(a) 和 (b) 所示的液晶显示装置 90B 的未设置有偏光板 52a 和 52b 的液晶显示面板。

[0065] 在该液晶显示面板的液晶层(包含上述单体),在施加比白显示电压(例如 4.5V)高的电压(10V)的状态下,以约 $20\text{J}/\text{cm}^2$ 照射 UV 光(例如波长 365nm 的 i 线,约 20mW)。当向液晶层施加电压时,如参照图 12(c) 对液晶显示装置 90B 进行说明的那样,通过在具有十字形状的开口部 22a 的相对电极 22 与像素电极 12 之间生成的电场,在液晶层形成有指向矢的方位角为 45 度、135 度、225 度和 315 度的 4 个畴。通过 UV 照射,单体聚合并生成光聚合物。光聚合物在垂直取向膜上形成用于固定上述液晶分子的取向状态的取向维持层。有

时,将用于施加白显示电压以上的规定的电压并且使单体光聚合从而形成取向维持层的一系列工序称为“PSA 处理”。

[0066] 参照图 2 对取向维持层 34a 和 34b 的一个例子的结构进行说明。如图 2 所示的 SEM 像为,用 SEM 对将如上述那样制作的液晶显示面板的试料分解后、除去液晶材料并以溶剂洗净后的表面进行观察所得。

[0067] 由图 2 可知,取向维持层包含粒径为 50nm 以下的光聚合物的粒子。光聚合物未必需要覆盖取向膜的表面的整个面,取向膜的一部分表面也可以露出。根据在液晶层内形成的电场而取向的液晶分子由光聚合物固定,即使在没有电场的状态下也能够维持取向。在垂直取向膜上的取向维持层形成之后,取向维持层对液晶分子的预倾方向进行规定。

[0068] 参照图 3 和图 4,对取向维持层 34a 和 34b 的功能进行说明。图 3 与针对实施方式的液晶显示装置 100 的 1 个像素的、沿图 1 中的 1B-1B' 线的截面图对应,图 3(a) 表示黑显示状态(不施加电压时)的液晶分子 42a 的取向状态,图 3(b) 表示白显示状态(施加电压时)的液晶分子 42a 的取向状态。另一方面,图 4 为如图 12(a) 和 (b) 所示的液晶显示装置 90B(相当于从液晶显示装置 100 除去取向维持层 34a 和 34b 而得到的液晶显示装置)的像素的截面图,图 4(a) 表示黑显示状态(不施加电压时)的液晶分子 42a 的取向状态,图 4(b) 表示白显示状态(施加电压时)的液晶分子 42a 的取向状态。此外,在图 3 和图 4 中省略垂直取向膜 32a 和 32b。

[0069] 首先,为了对由倾斜电场得到的液晶分子 42a 的取向进行说明,参照图 4。如图 4(a) 所示,在不施加电压时液晶分子 42a 因垂直取向膜(未图示)而垂直取向。另一方面,在白显示状态下,液晶分子 42a 的取向方向由在像素电极 12 的边缘部产生的倾斜电场和在相对电极 22 的开口部 22 附近产生的倾斜电场规定。在液晶层 42 的中央附近的液晶分子 42a 以(由于介电各向异性为负)其分子的长轴与电场正交的方式取向。当从液晶层 42 的法线方向观察时,如图 12(c) 所示,形成有指向矢的方位角为 45 度、135 度、225 度和 315 度的 4 个畴,因此以开口部 22a 为中心扭转。因此,在图 4(b) 中,与开口部 22a 对应的区域的液晶分子 42a 沿与纸面垂直的方向取向。此外,最靠近垂直取向膜(未图示)的液晶分子 42a 从垂直取向膜受到强的锚泊(anchoring)作用,因此即使在白显示状态下也相对于垂直取向膜的表面垂直取向。

[0070] 接着,参照图 3(a) 和 (b)。液晶显示装置 100 具有取向维持层 34a 和 34b,取向维持层 34a 和 34b 以对施加电压时的液晶分子 42a 的取向进行固定的方式发挥作用。即,在液晶分子 42a 为图 4(b)(液晶层面内的取向为图 12(c))所示的取向状态时,上述那样单体聚合并且取向维持层 34a 和 34b 形成,此时的液晶分子 42a 的取向被固定。

[0071] 此外,如图 4(b) 所示,最靠近垂直取向膜的液晶分子 42a 受到强的锚泊作用,因此即使为光照射时的施加电压(例如比白显示电压更高的 10V 左右),也相对于垂直取向膜的表面垂直取向。因此,由形成于垂直取向膜上的取向维持层 34a 和 34b 固定的液晶分子 42a,如图 3(a) 中示意性地表示的那样为从垂直方向略微($1 \sim 5^\circ$)倾斜的程度(当以预倾角表现时为 $85^\circ \sim 89^\circ$),如果比较图 3(a) 和图 3(b) 则可知,即使施加电压,由取向维持层 34a 和 34b 固定的液晶分子 42a 的取向也几乎不变化。

[0072] 本发明的实施方式的液晶显示装置 100,具有取向维持层 34a 和 34b,因此如图 3(a) 所示,即使在不施加电压时,也呈现向规定的方向预倾的取向状态。此时的取向状态,

与图 3(b) 所示的白显示状态（施加电压时）的液晶分子 42a 的取向状态整合,其结果是,即使在低灰度等级,也能够得到液晶分子的取向稳定这样的优点。

[0073] 接着,参照如图 5(a) 和 (b) 所示的伽马特性,从光学特性的观点出发对适用 PSA 技术（即设置取向维持层）所得到的效果进行说明。图 5(a) 和 (b) 为表示由模拟求得的液晶显示装置的伽马特性的坐标图,横轴为应显示的灰度等级（在此,为 0 ~ 255 的 256 灰度等级）,纵轴为实际观察到的灰度等级。各坐标图表示从倾斜视角对以从正面（显示面法线方向）观察时能够得到规定的伽马特性（伽马 = 2.2）的方式设计的液晶显示装置进行观察的情况下的伽马特性。具体而言,在视角（从显示面法线倾斜的角度（极角））为 45 度的情况下,分别关于使视角倾斜的方位为横方向（3 点方向,方位角 0 度）、纵方向（12 点方向、方位角 90 度）,表示 PSA 有 / 无时的伽马特性。另外,为了研究在像素电极的边缘部生成的倾斜电场的影响,在图 5(a) 中表示像素间距为 $25.5 \mu\text{m} \times 40.0 \mu\text{m}$ （纵横比 1.6）时的结果,在图 5(b) 中表示 $59.0 \mu\text{m} \times 61.0 \mu\text{m}$ （纵横比 1 : 1）时的结果。在纵横比没有特别地事先确定时,表示令横长为 1 的纵长度。一般横比纵短。此外,像素尺寸比像素间距略小。

[0074] 首先,参照图 5(a),在无 PSA 的情况下,当比较纵方向与横方向的伽马特性时,它们之间的差在 160/255 灰度等级以上小,灰度等级越低、差越大,在 128/255 灰度等级以下非常大。即,在无 PSA 的情况下,产生视角特性为非对称的问题。与此相对,在有 PSA 的情况下,从 255/255 灰度等级至 128/255 灰度等级为止,纵方向与横方向的伽马特性的差几乎不存在,在比 128/255 灰度等级低的灰度等级下,差增大,但为无 PSA 时的约一半以下。由此可知,通过使用 PSA 技术形成取向维持层,能够使液晶分子的取向稳定化,其结果是,不产生视角特性非对称这样的问题。

[0075] 接着,参照图 5(b) 可知,即使在无 PSA 的情况下,纵方向与横方向的伽马特性之间的差也小。这是因为,像素的纵横比为 1 : 1,因此液晶分子的取向分布为对称。但是,即使在此情况下,在有 PSA 的情况下,纵方向与横方向的伽马特性之间的差也小。

[0076] 此外,在有 PSA 的情况下,液晶分子预倾,因此能够根据电场平稳地进行取向变化,所以具有能够使液晶分子的取向稳定化并且能够改善液晶分子的响应特性这样的优点。

[0077] 接着,参照图 6 和图 7 对十字形状的开口部 22a 的宽度的最佳值进行说明。图 6 是针对各种开口部 22a 的宽度（相对狭缝的宽度）,表示液晶分子的取向方位的分布的坐标图,与图 5(a) 的情况相同,表示像素间距为 $25.5 \mu\text{m} \times 40.0 \mu\text{m}$ （纵横比 1.6）的像素的情况。

[0078] 图 6(a) ~ (c) 的横轴表示沿像素的纵方向的位置,表示通过在纵方向上相邻的 2 个畴的中心的线上的位置。与此前相同,当令图 1(a) 所示的像素电极 12 的十字形状的开口部 22a 的横方向的狭缝为 X 轴,并令纵方向的狭缝为 Y 轴时,形成于像素的第一、第二、第三和第四象限的各畴的指向矢的方位角为 45° 、 135° 、 225° 和 315° ,在此,表示形成于第二和第三象限的畴的液晶分子的取向方位的分布。此外, 135° 作为与其等价的 -45° 表示。另外,图 6(a) 表示向液晶层施加有 2.5V 的状态（中间灰度显示状态）,图 6(b) 表示向液晶层施加有 4.5V 的状态（白显示状态）,图 6(c) 表示施加有比白显示电压更高的电压（10V）的状态。

[0079] 首先,如图 6(a) 所示,可知:当向液晶层施加的电压低时,沿 45° 或 -45° 的方位取向的液晶分子少。在狭缝的宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 和 $7.0\ \mu\text{m}$ 时,在像素电极的边缘附近和狭缝的附近,液晶分子沿 45° 或 -45° 方位取向的部分仅微少的存在。

[0080] 接着,如图 6(b) 所示,可知:当施加白显示电压 (4.5V) 时,在狭缝宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 的情况下,沿 45° 或 -45° 方位取向的液晶分子遍及大范围地存在。

[0081] 进一步,如图 6(c) 所示,可知:当施加超过白显示电压的 10V 时,在狭缝宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 的情况下,沿 45° 或 -45° 的方位取向的液晶分子所存在的范围进一步扩大,即使狭缝宽度为 $7.0\ \mu\text{m}$ 和 $9.0\ \mu\text{m}$,沿 45° 或 -45° 方位取向的液晶分子也遍及大范围地存在。

[0082] 由这些情况可知,可以说为了即使在像素间距比较小的情况下也显出足够的取向限制力,优选狭缝的宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 以上。

[0083] 如上述那样,通过使狭缝的宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 以上,并增加沿规定的方位(与偏光板的透过轴成 45°) 取向的液晶分子的比例,能够增大透过率(显示亮度)。但是,当狭缝的宽度增大时,没有向液晶层中施加足够电压的区域增加,因此以使显示亮度降低的方式发挥作用。于是,参照图 7,对研究狭缝宽度与透过率的关系的结果进行说明。

[0084] 图 7 所示的坐标图,纵轴表示使狭缝宽度为 $5.0\ \mu\text{m}$ 时的透过率为 1 的情况下的透过率比,横轴表示狭缝宽度。由图 7 可知,从透过率的观点出发,狭缝的宽度最优选为 $5.0\ \mu\text{m}$ 。此外,如果狭缝的宽度为 $7.0\ \mu\text{m}$,则当施加 10V 时能够得到 0.95 的透过率比。即,如果狭缝的宽度为 $7.0\ \mu\text{m}$,则通过施加 10V 能够实现用于得到 4D 结构的规定的取向,因此可以说以该条件进行 PSA 处理为好。

[0085] 接着,参照图 8 和图 9,对研究像素的纵横比对液晶分子的取向所赋予的影响的结果进行说明。图 8 和图 9 的横轴表示沿像素的横方向的位置,表示通过在横方向上相邻的 2 个畴的中心的线上的位置。在此,表示 4 个畴中的形成于第一、第二象限的畴的液晶分子的取向方位的分布。此外,狭缝的宽度均为 $5.0\ \mu\text{m}$ 。图 8(a) ~ (c) 表示施加电压为 4.5V (相当于白显示)的情况,图 9(a) ~ (c) 表示施加电压为 10V 的情况。

[0086] 图 8(a) 和图 9(a) 的像素的横方向的间距为 $25.5\ \mu\text{m}$,图 8(b) 和图 9(b) 的像素的横方向的间距为 $46.5\ \mu\text{m}$,图 8(c) 和图 9(c) 的像素的横方向的间距为 $59.0\ \mu\text{m}$ 。

[0087] 当观察图 8(a) ~ (c) 时,在纵横比为 1 : 1 的情况下,与像素间距无关,沿所希望的方位取向的液晶分子的比例足够大。特别是在像素间距为 $59.0\ \mu\text{m}$ 的像素中,绝大部分液晶分子沿所希望的方位取向。与此相对,在纵横比为 1.4 ~ 1.6 的情况下,随着像素间距增大,沿所希望的方位取向的液晶分子的比例下降,像素间距为 $59.0\ \mu\text{m}$ 时几乎没有沿所希望的方位取向的液晶分子。在纵横比为 2.0 时,该倾向更加显著,即使在像素间距为 $25.5\ \mu\text{m}$ 的像素中,沿所希望的方位取向的液晶分子的比例也少。

[0088] 接着,参照图 9(a) ~ (c)。向液晶层施加作为白显示电压以上的电压的 10V 电压时,沿所希望的方位取向的液晶分子的比例增大。可知如果纵横比为 1.6 以下,则即使是像素间距 $59.0\ \mu\text{m}$ 的像素,足够比例的液晶分子也沿所希望的方位取向。

[0089] 这样,如果纵横比为 1.6 以下且较短的像素间距为 $60\ \mu\text{m}$ 以下,则通过施加 10V 左右的电压并且进行 PSA 处理,能够对所希望的方位的液晶分子的取向进行固定。当然,通过进一步增大向液晶层施加的电压,在像素的纵横比和像素间距进一步大的像素中,能够使沿所希望的取向方位取向的液晶分子的比例充分地增大,但不优选向 TFT 型的液晶显示装

置的像素施加超过 10V 的电压。

[0090] 一般而言,液晶显示装置以 3 原色 (R、G 和 B) 这 3 个像素构成 1 个彩色显示像素,大致具有 1 : 3 的纵横比。因此,优选将 1 个像素分割为 2 个以上的子像素区域,对各子像素区域采用上述的结构。具体而言,优选构成为:像素电极具有沿某方向配置为一列的多个子像素电极,相对电极所具有的至少 1 个十字形状的开口部,包括配置于分别与多个子像素电极相对位置上的开口部,在向液晶层施加规定的电压时,分别在多个子像素电极一一对地对应的多个子像素区域中形成有 4 个液晶畴。当然,即使在此情况下,优选以各子像素区域的纵横比处于从 1 : 1 至 1 : 1.6 的范围内的方式设定。

[0091] 接着,参照图 10,对本发明的其他实施方式的透过反射两用型(也称“半透过型”)的液晶显示装置 200 的结构进行说明。就液晶显示装置 200 而言,各像素具有 2 个子像素区域,一个为以透过模式进行显示的透过子像素区域,另一个为以反射模式进行显示的反射子像素区域。图 10(a) 为液晶显示装置 200 的 1 个像素的示意性平面图,图 10(b) 为沿图 10(a) 的 10B-10B' 线的示意性的截面图。此外,与如图 1 所示的液晶显示装置 100 共同的构成要素以共同的参照符号表示并省略说明。

[0092] 如图 10(a) 所示,液晶显示装置 200 所具有的像素电极 12,具有沿列方向(纵)配置为一列的 2 个子像素电极 12a 和 12b。子像素电极 12a 为例如以 ITO 膜形成的透明电极,子像素电极 12b 为例如以 Al 膜形成的反射电极。隔着液晶层 42 与子像素电极 12a 和 12b 相对的相对电极 22,具有在与透明子像素电极 12a 相对的位置配置的十字形状的开口部 22a、和在与反射子像素电极 12b 相对的位置配置的十字形状的开口部 22b。因此,在向液晶层 42 施加规定的电压时,分别在透明子像素电极 12a 对应的透过子像素区域和与反射子像素电极 12b 对应的反射子像素区域中形成有上述 4 个液晶畴。例如,透过子像素区域的纵横比为 1 : 1.6,反射子像素区域的纵横比为 1 : 1。

[0093] 液晶显示装置 200 如图 10(b) 所示,在与反射子像素电极 12b 相对的区域中,具有相位差层 62。因为设置在隔着液晶层 42 相互相对的基板 11 与 21 之间,所以将其称为内部相位差层 62。例如内部相位差层 62 的相位差为四分之一波长,其滞相轴沿着与偏光板 52b 的透过轴成 45° 的方向配置。内部相位差层 62 以将通过偏光板 52b 的直线偏光转换为圆偏振光的方式发挥作用。此时,为了使进行反射模式的显示的光的光路长、与进行透过模式的显示的光的光路长相等,优选使反射子像素区域的液晶层 42 的厚度为透过子像素区域的液晶层 42 的厚度的 2 分之 1。液晶层 42 的厚度,例如只要通过将透明的树脂层设置于内部相位差层 62 的基板 21 一侧来进行调节即可。关于内部相位差层的详细,例如在日本特开 2003-279957 号公报中记载。为了参考而将上述公开公报的全部公开内容引入本说明书中。

[0094] 在此,以透过反射两用型液晶显示装置 200 为例对 1 个像素具有 2 个以上子像素区域的结构进行了说明,但并不限于此,即使在透过型液晶显示装置、反射型液晶显示装置中,通过将像素分割为多个子像素区域,也能够使各子像素区域的纵横比在 1 : 1 ~ 1 : 1.6 的范围内。因此,如上述那样,通过在十字形状的开口部和像素电极(子像素电极)的边缘部生成的倾斜电场的作用,能够稳定地控制各子像素区域的液晶分子的取向方位,并得到所希望的 4D 结构。

[0095] 如上述那样,本实施方式的液晶显示装置 100 和 200,因为将 4D 结构和直线偏光组

合使用,所以与利用 $1/4$ 波长板的现有的 CPA 模式的液晶显示装置相比,具有高透过率、高对比度和宽视野角特性。进而,即使在不施加电压时,也以与 4D 结构整合的方式规定预倾方位,因此,与如图 12 所示的液晶显示装置 90B 相比,即使在低灰度等级下,液晶分子的取向也稳定。因此,不会产生如下问题:4 个畴的面积比不同,并且 / 或者,在各个畴内的液晶分子中的沿规定的方向取向的液晶分子的比例不为一定。其结果是,不会产生视角特性为非对称的问题。另外,当然,具有如下特征:响应特性与现有的实施了 PSA 处理的液晶显示装置同样优异。

[0096] 工业上的可利用性

[0097] 本发明能够用于便携式电话用的液晶显示装置等像素间距比较小的液晶显示装置。

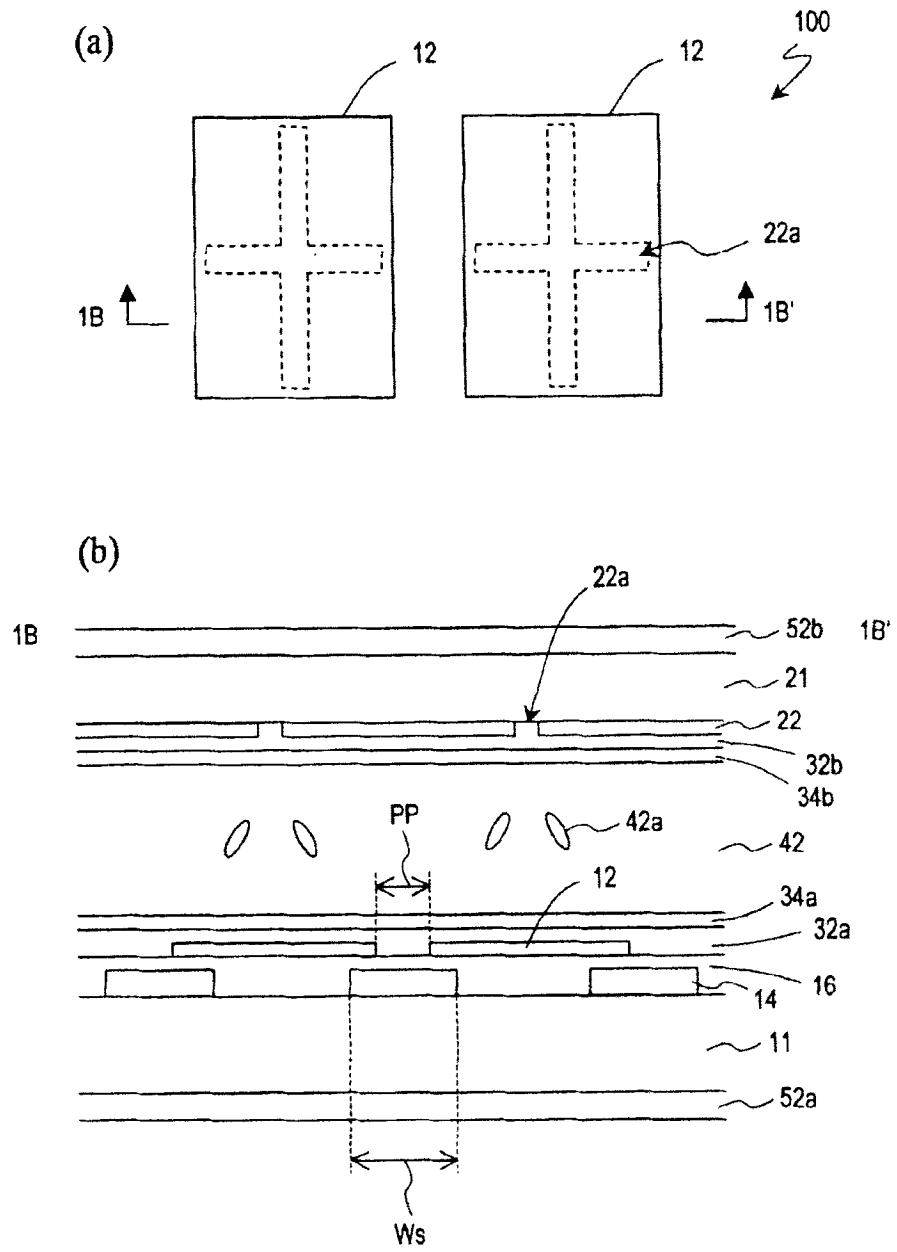


图 1

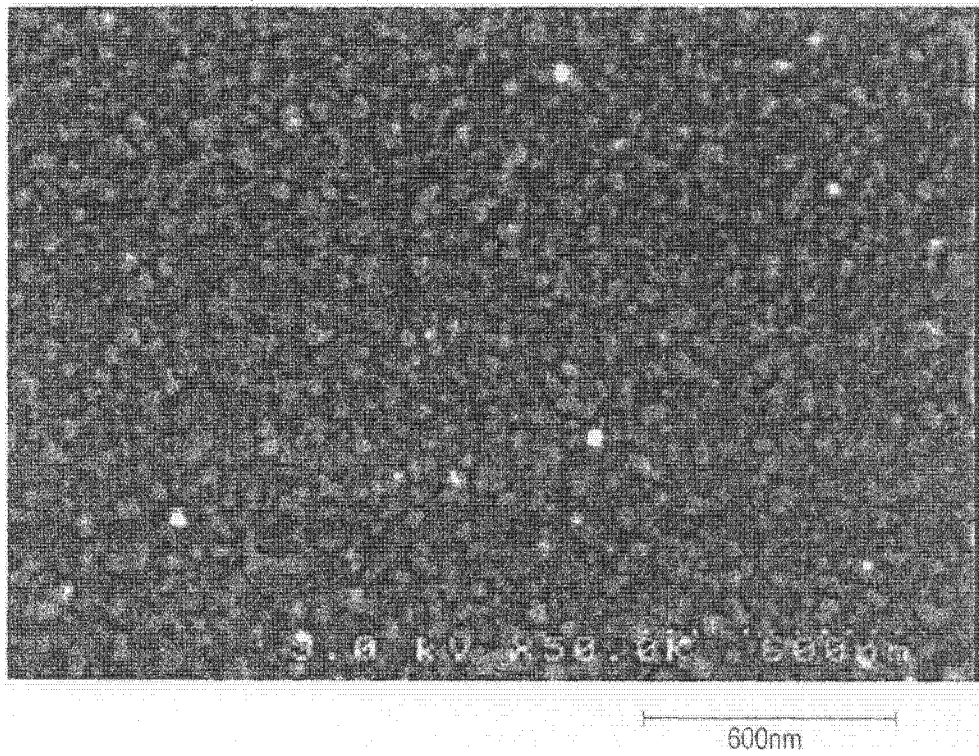


图 2

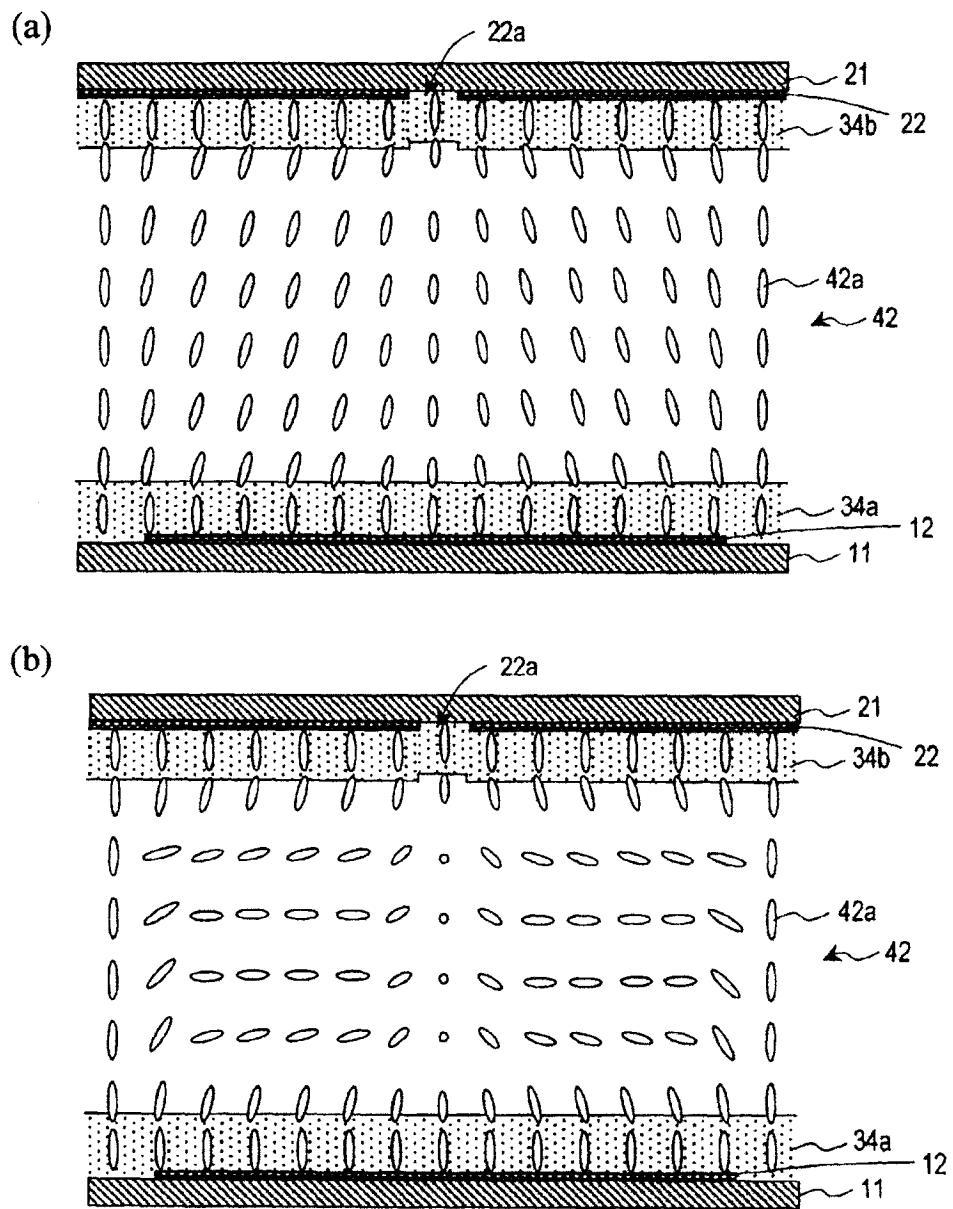


图 3

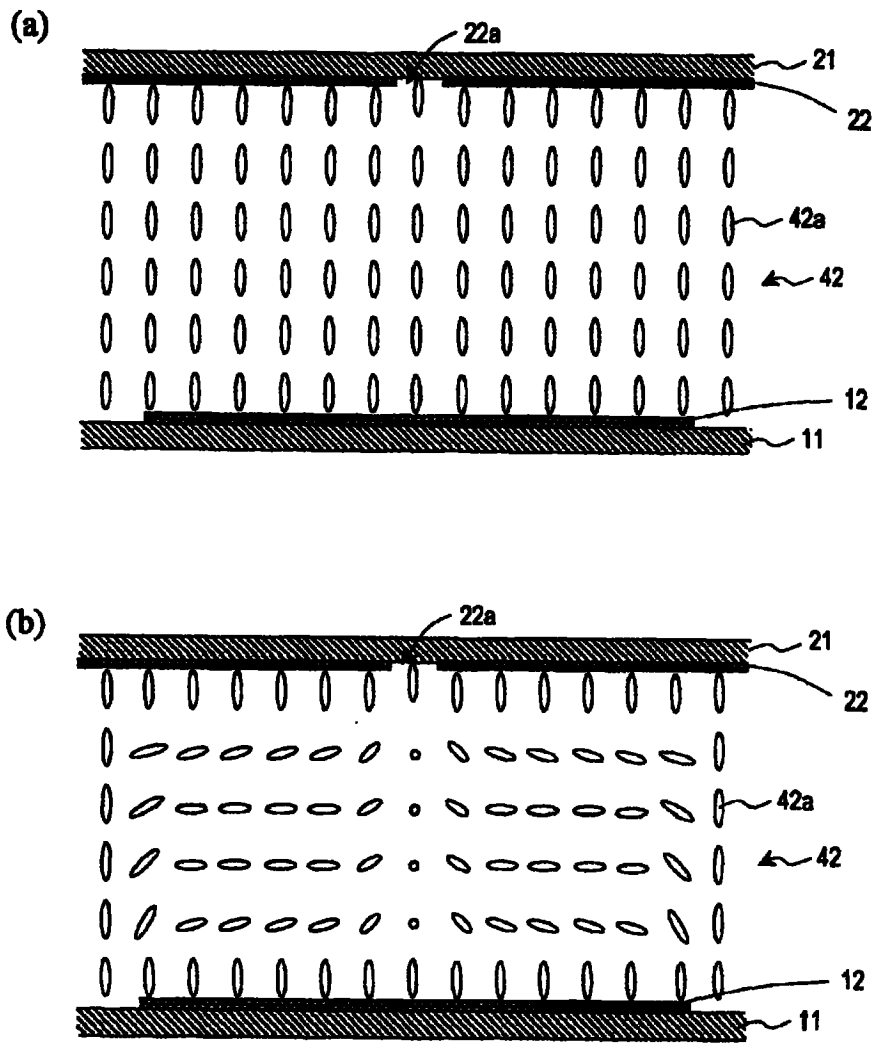
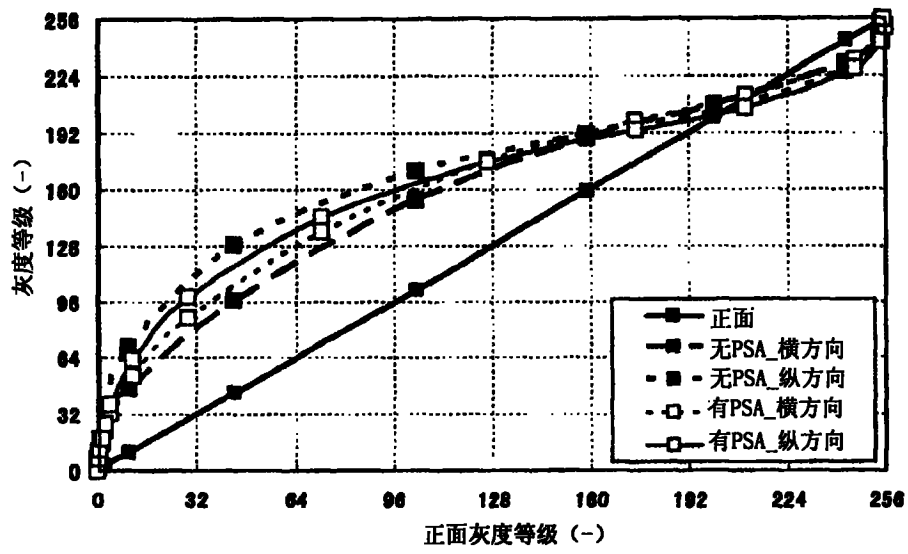


图 4

(a)



(b)

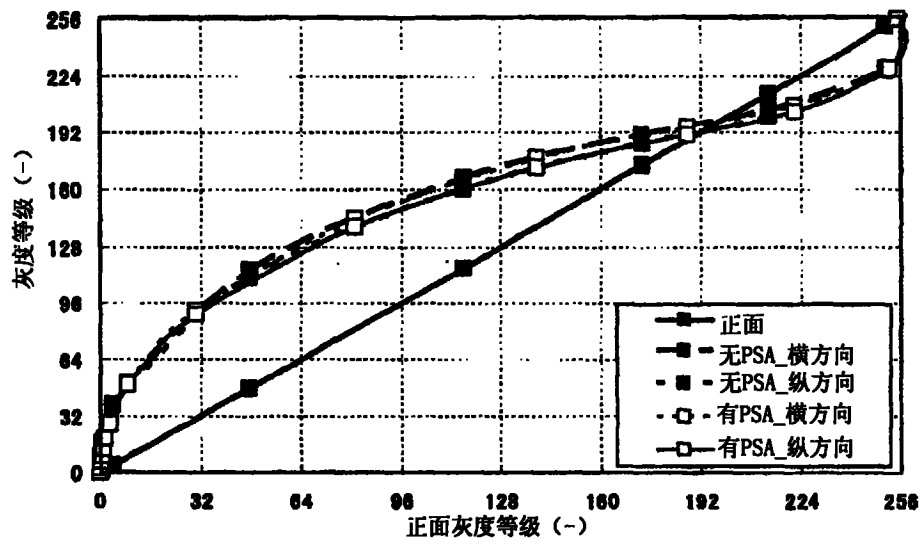


图 5

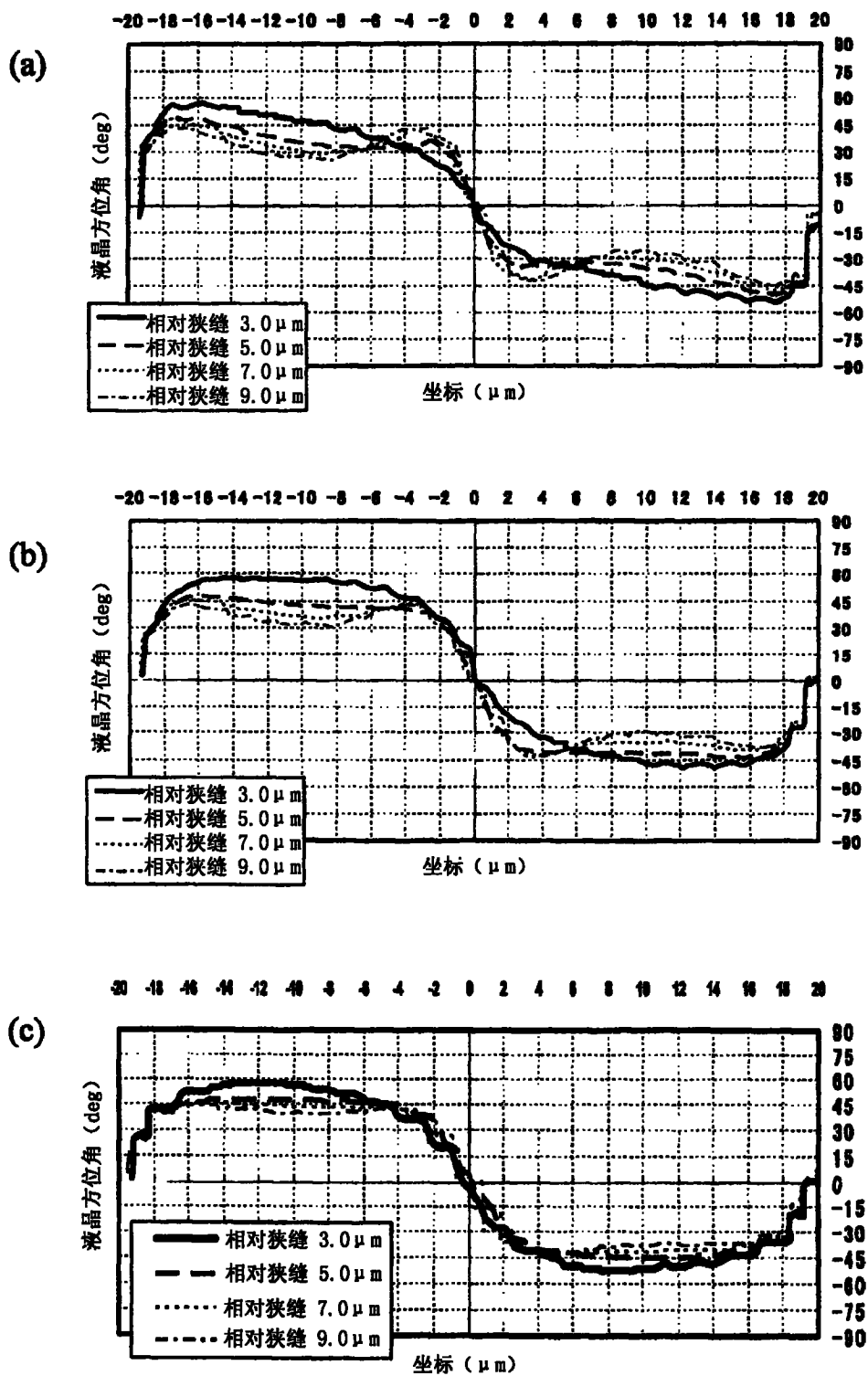


图 6

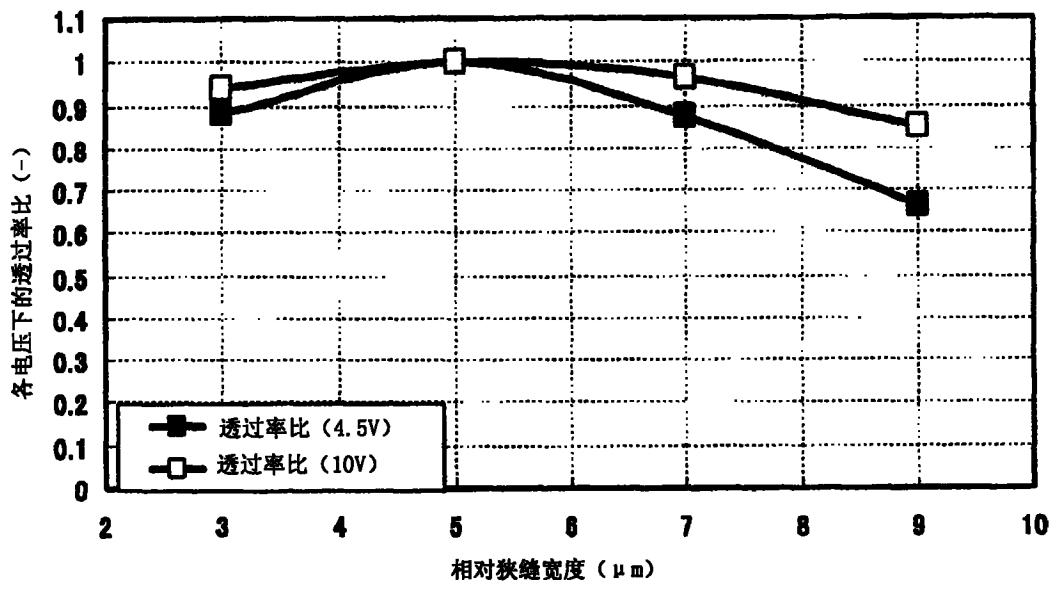


图 7

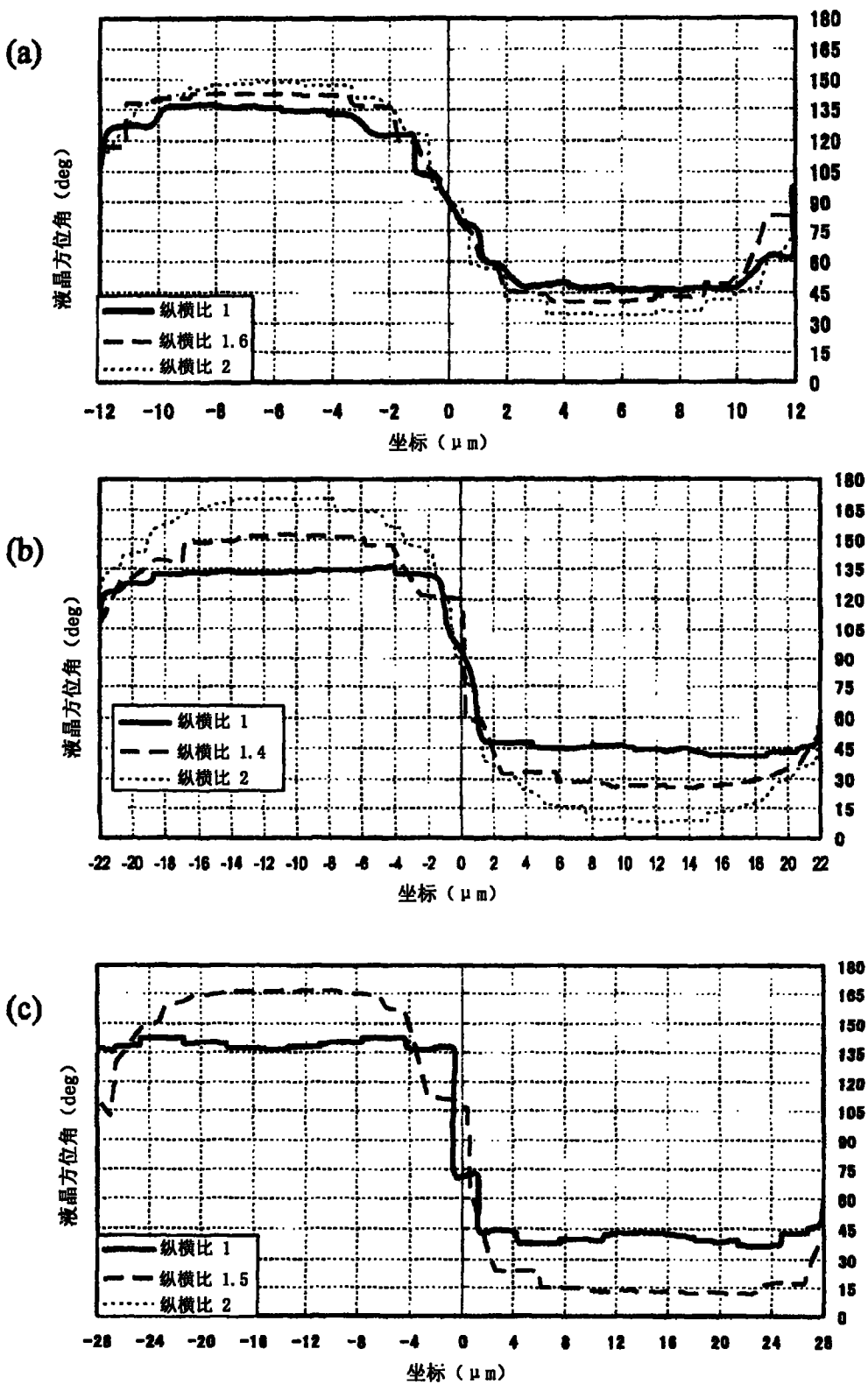


图 8

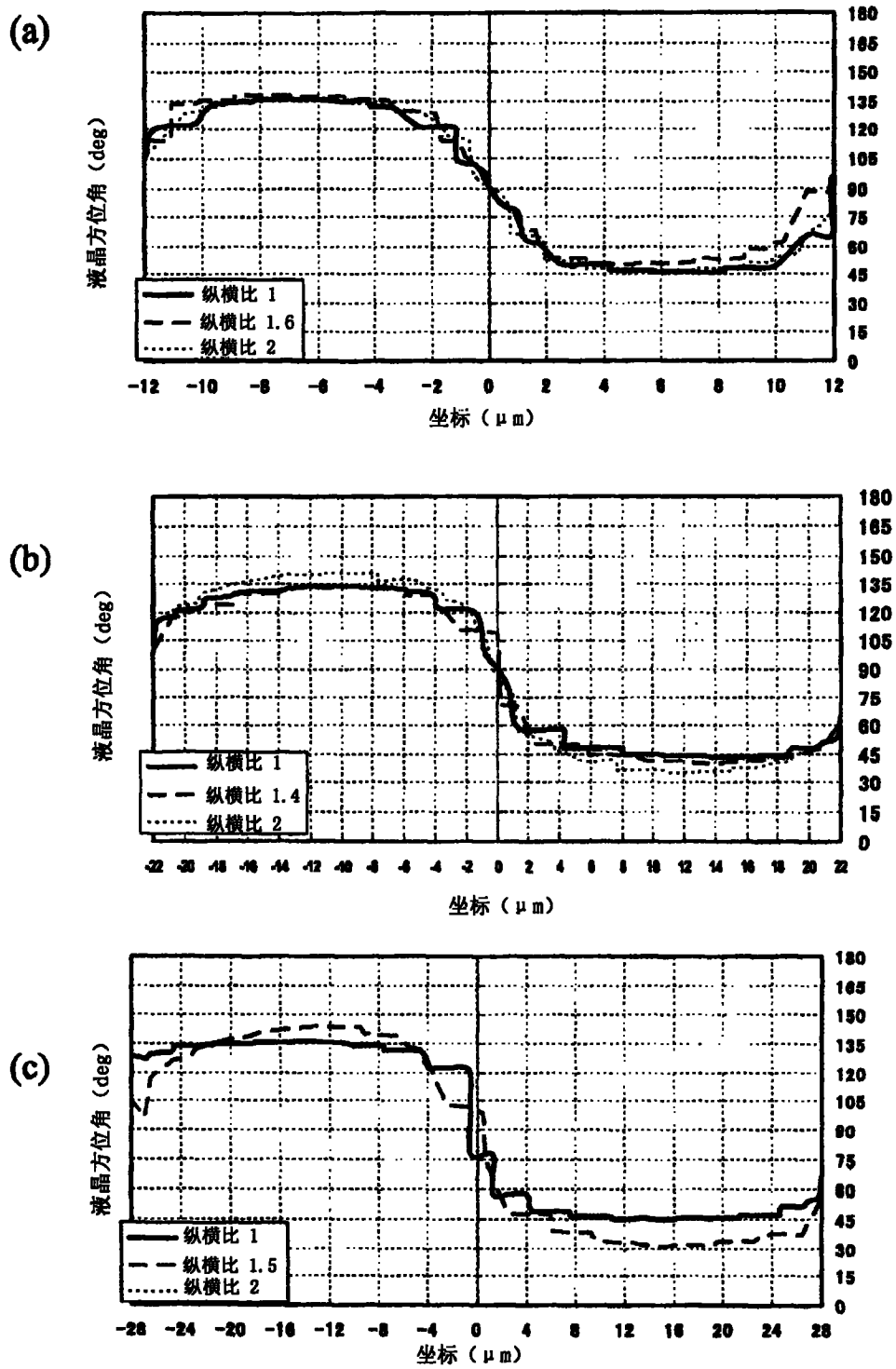


图 9

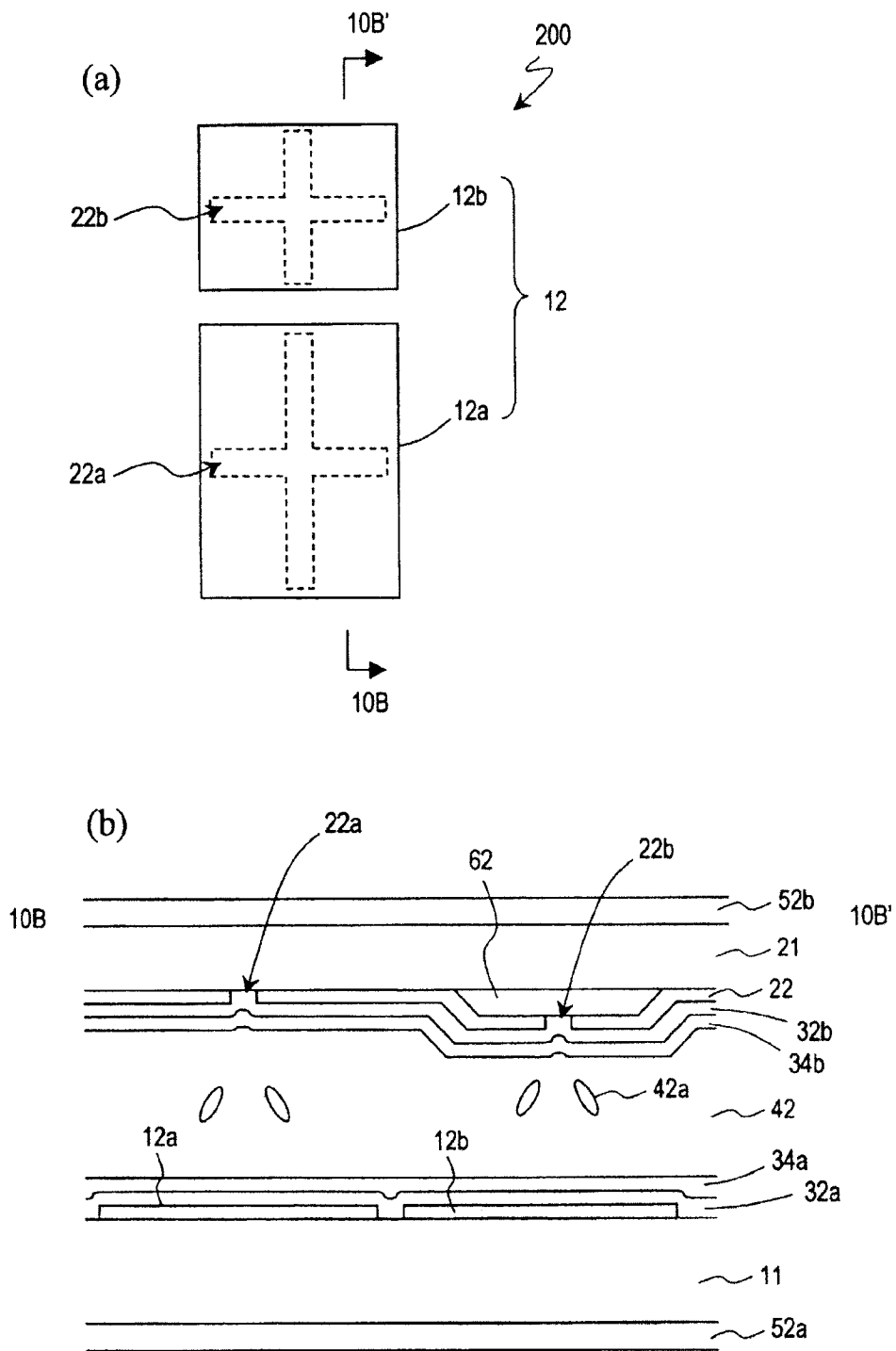


图 10

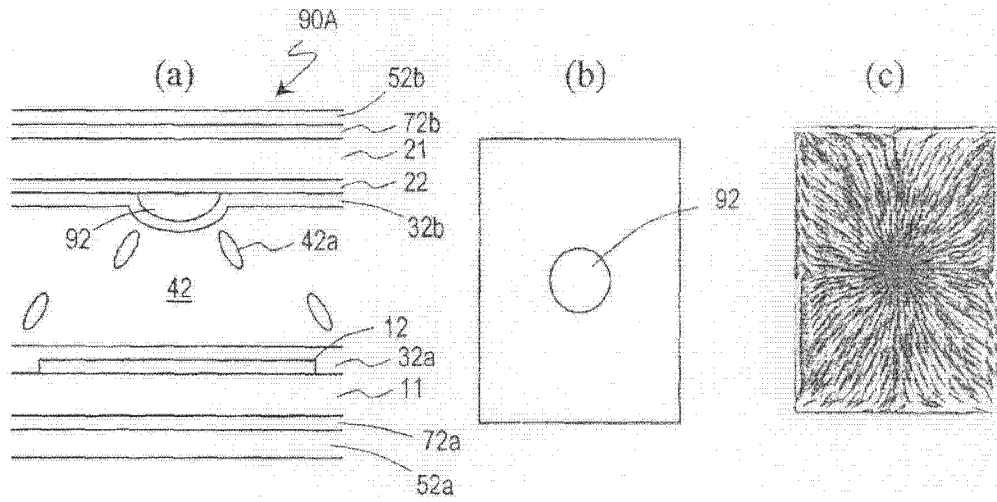


图 11

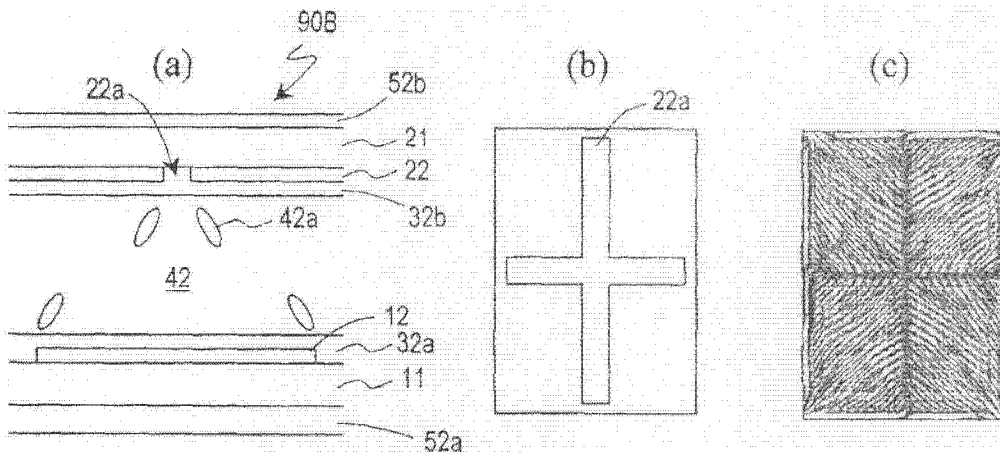


图 12

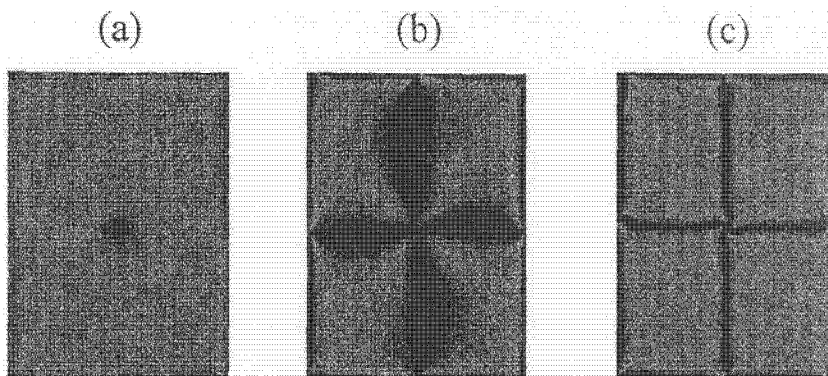


图 13

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101802693A	公开(公告)日	2010-08-11
申请号	CN200880108044.9	申请日	2008-09-18
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	桥本义人 大上裕之 久保真澄 曾我雅之		
发明人	桥本义人 大上裕之 久保真澄 曾我雅之		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1335 G02F1/1343		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F2001/134318		
优先权	2007242568 2007-09-19 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示装置，其为VA模式的液晶显示装置，该液晶显示装置具有分别在—对垂直取向膜(32a、32b)的液晶层—侧的表面形成的由光聚合物构成的一对取向维持层(34a、34b)，和仅在相对电极上设置的十字形状的开口部(22a)。在向液晶层施加规定的电压时，形成有4个液晶畴，各液晶层的指向矢的方位相互不同，并且相对于—对偏光板的偏光轴成大致45度。在没有向液晶层施加电压时，分别与4个液晶畴对应的区域的液晶分子的预倾方位由取向维持层(34a、34b)规定。

