



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101878446 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 06

(21) 申请号 200880117996. 7

代理人 龙淳

(22) 申请日 2008. 10. 28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G02F 1/1337(2006. 01)

2007-311391 2007. 11. 30 JP

G02F 1/1334(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2010. 05. 27

JP 特开平 7-114009 A, 1995. 05. 02, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

CN 1379271 A, 2002. 11. 13, 全文.

PCT/JP2008/003063 2008. 10. 28

JP 特开 2000-98354 A, 2000. 04. 07, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

CN 1179552 A, 1998. 04. 22, 权利要求 1, 54、
说明书实施例 1 的部分、图 1-3.

W02009/069249 JA 2009. 06. 04

CN 1892338 A, 2007. 01. 10, 全文.

(73) 专利权人 夏普株式会社

US 5301046, 1994. 04. 05, 全文.

地址 日本大阪府

审查员 彭志红

(72) 发明人 浅冈康 箕浦洁 佐藤英次

藤原小百合

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司
11322

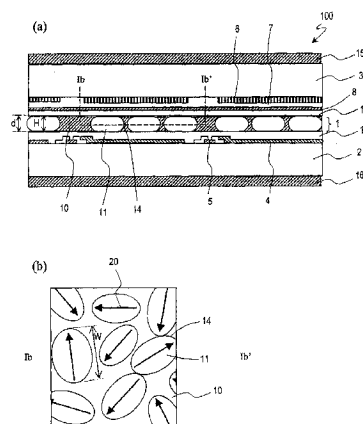
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 7 页

(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。液晶显示装置 (100) 具备:液晶层 (1);前面基板 (3) 和背面基板 (2), 其将液晶层 (1) 保持在它们之间;一对电极 (4)、(8), 其夹持液晶层 (1) 而配置, 并对液晶层 (1) 施加电压;圆偏光板 (15)、(16), 其分别配置在前面基板 (3) 的前面侧和背面基板 (2) 的背面侧;第一取向膜和第二取向膜 (13)、(12), 其分别形成在液晶层 (1) 与前面基板 (3) 和背面基板 (2) 之间, 液晶层 (1) 在各个像素中具有:连续的壁 (10);由壁 (10) 分离的多个小室 (14);和分别在多个小室 (14) 中的任意 1 个中形成的多个液晶区域 (11)。多个液晶区域 (11) 具有第一液晶区域和第二液晶区域, 该第一液晶区域和第二液晶区域在与液晶层 (1) 平行的面内具有指向矢 (20), 第一液晶区域和第二液晶区域的指向矢 (20) 指向相互不同的方向。



1. 一种液晶显示装置,其具备多个像素,该液晶显示装置的特征在于,具备:
液晶层;
前面基板和背面基板,其将所述液晶层保持在它们之间;
一对电极,其夹持所述液晶层而配置,并对所述液晶层施加电压;
圆偏光板,其分别配置在所述前面基板的前面侧和所述背面基板的背面侧;和
第一取向膜和第二取向膜,其分别形成在所述液晶层与所述前面基板和背面基板之间,

所述液晶层在各个所述像素中具有:

连续的壁;

由所述壁分离的多个小室;和

各自在所述多个小室中的任意 1 个中形成的多个液晶区域,

所述液晶显示装置在未施加电压时为白显示状态,

所述多个液晶区域具有第一液晶区域和第二液晶区域,该第一液晶区域和第二液晶区域在与所述液晶层平行的面内具有指向矢,所述第一液晶区域和第二液晶区域的指向矢指向相互不同的方向,

所述多个小室的所述液晶层厚度方向的平均长度为 $2\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下,所述多个小室的与所述液晶层平行的面内的平均长度为 $2\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下,

所述液晶层的延迟为 $0.29\mu\text{m}$ 以上 $0.38\mu\text{m}$ 以下。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征不在于:

在所述多个小室的各个与所述第一取向膜和第二取向膜之间不存在其他的小室。

3. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征不在于:

在所述多个小室的各个与所述第一取向膜和第二取向膜中的最接近该小室的取向膜之间不存在其他的小室。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述多个液晶区域的各个与所述第一取向膜和第二取向膜中的任意一方相接。

5. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述第一取向膜和第二取向膜没有被实施取向处理。

6. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述第一取向膜和第二取向膜的表面自由能为 $44\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下。

7. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述液晶层在各像素内具有 4 个以上的小室。

8. 如权利要求 7 所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述液晶层在各像素内具有 8 个以上的小室。

9. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述液晶层的液晶材料的介电各向异性为正。

10. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的液晶显示装置,其特征不在于:

所述液晶区域不包含手性剂。

液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及液晶显示装置。

背景技术

[0002] 近年,液晶显示装置的开发显著前进,其显示性能显著进步。但是,根据使用液晶显示装置的产品形态,对显示性能的进一步提高提出了要求。特别是,对不仅能够进行高亮度、高精细的显示,而且视野角特性也比现有技术更优秀的液晶显示装置的实现寄予了期望。

[0003] 通常而言,液晶显示装置包括一对基板和夹持在这些基板之间的液晶层。例如,在使用薄膜晶体管(Thin Film Transistor)的有源矩阵显示的装置中,在一个基板形成有用于向液晶层施加电压的像素电极和作为在每个像素中设置的开关元件的薄膜晶体管,在另一个基板设置有对置电极。另外,与液晶层相接的各基板表面由用于对液晶分子的取向进行限制的取向膜覆盖。

[0004] 作为对这样的液晶显示装置的视野角特性进行改善的手法,已知在保持液晶层的基板的一方或双方设置对液晶取向进行限制的结构(以下简称为“取向限制结构”),在1个像素内形成液晶分子的取向不同的多个畴的结构(取向分割)。例如,提案有:使液晶分子取向为与基板垂直,通过设置在由透明导电材料(例如ITO:Indium Tin Oxide,铟锡氧化物)形成的像素电极上的狭缝和设置在对置基板的突起(肋)对液晶分子的取向进行规定的结构(MVA模式:Multi-domain Vertical Alignment,多畴垂直取向);和使用设置在像素电极和对置电极的狭缝、通过斜方向的电场(斜电场)使液晶分子倾斜的结构(PVA模式:Patterned-ITO Vertical Alignment,构型ITO垂直取向)等。

[0005] 但是,在PVA模式和MVA模式的液晶显示装置中,需要在像素内构造狭缝、肋等复杂的取向控制结构,考虑到加工精度、光的透过率等方面,视野角特性、显示亮度的提高是有限度的。

[0006] 与此相对,也提案有不形成复杂的取向控制结构,通过更简单的结构改善视野角特性的手法。例如在专利文献1中,提案有在液晶层形成多个液晶滴(液晶区域),利用此扩大视野角的方法。

[0007] 在专利文献1中,公开有使用液晶层的高分子分散型液晶显示装置(专利文献1的图61),该液晶层使液晶滴分散至树脂中。在夹持液晶层的一对基板的外侧,一对直线偏光板以正交尼科耳方式配置,在各直线偏光板与液晶层之间设置有 $\lambda/4$ 板。在该液晶显示装置中,在未向液晶层施加电压的状态下,液晶滴中的液晶分子呈放射状取向(专利文献1的图63),成为白显示状态。向液晶层施加电压时,各液晶滴中的液晶分子取向为与基板面垂直,成为黑显示状态。

[0008] 因此,与在基板形成肋或在电极设置狭缝的手法相比,能够以简便的工艺且以低价进行制造,并且能够得到改善了视野角特性的液晶显示装置。

[0009] 专利文献1:日本特开2002-303869号公报

- [0010] 专利文献 2 : 日本特开平 7-120728 号公报
[0011] 专利文献 3 : 日本特开 2000-206515 号公报
[0012] 专利文献 4 : 日本特开平 5-61025 号公报

发明内容

[0013] 在专利文献 1 中记载的液晶显示装置中,在未向液晶层施加电压时,液晶滴内的液晶分子以大致位于液晶滴中心的向错(disclination)点为中心放射状取向。液晶滴的指向矢在液晶层的厚度方向具有倾斜,其倾斜因液晶滴的形状等而在每个液晶区域不同,因此存在因液晶层面内的位置而导致延迟偏差的问题。

[0014] 另外,在向液晶层施加电压时,液晶滴内的液晶分子在液晶层面内要垂直(与电场平行)取向。此时,放射状取向的液晶分子的一部分向右转,另一部分向左旋转。因此,在液晶滴内的取向过渡性地混乱,在到达与电压相应的稳定的取向状态前要花费时间。这样,液晶滴内的液晶分子的运动不一致,成为不统一的状态,因此导致响应速度下降。

[0015] 进而,在白显示时,光在各液晶滴的大致中央的向错点附近不透过,也存在显示的亮度下降的问题。

[0016] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,在液晶显示装置中,不形成用于取向分割的复杂的结构,确保高响应特性,改善视野角特性。

[0017] 本发明的液晶显示装置为具备多个像素的液晶显示装置,包括:液晶层;前面基板和背面基板,其将上述液晶层保持在它们之间;一对电极,其夹持上述液晶层配置,并对上述液晶层施加电压;圆偏光板,其分别配置在上述前面基板的前面侧和上述背面基板的背面侧;第一取向膜和第二取向膜,其分别形成在上述液晶层与上述前面基板和背面基板之间,上述液晶层在各个上述像素中具有:连续的壁;由上述壁分离的多个小室;和各自在上述多个小室中的任意一个中形成的多个液晶区域,上述多个液晶区域具有第一液晶区域和第二液晶区域,该第一液晶区域和第二液晶区域在与上述液晶层平行的面内具有指向矢,上述第一液晶区域和第二液晶区域的指向矢指向相互不同的方向。

[0018] 在某优选实施方式中,在上述多个小室的各个与上述第一取向膜和第二取向膜之间不存在其他的小室。

[0019] 在某优选实施方式中,在上述多个小室的各个与上述第一取向膜和第二取向膜中的最接近该小室的取向膜之间不存在其他的小室。

[0020] 优选上述多个液晶区域的各个与上述第一取向膜和第二取向膜中的任意一方相接。

[0021] 优选上述第一取向膜和第二取向膜没有被实施取向处理。

[0022] 上述第一取向膜和第二取向膜的表面自由能也可以为 44mJ/m^2 以上 50mJ/m^2 以下。

[0023] 上述液晶层优选在各像素内具有 4 个以上的小室。进一步优选上述液晶层在各像素内具有 8 个以上的小室。

[0024] 在某优选实施方式中,上述液晶层的液晶材料的介电各向异性为正。

[0025] 在某优选实施方式中,上述液晶区域不包含手性(chiral)剂。

[0026] 上述多个小室的上述液晶层厚度方向的平均长度为 $2\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下,上述多个小室的与上述液晶层平行的面内的平均长度为 $2\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0027] 发明的效果

[0028] 在本发明的液晶显示装置中,在一个像素内具备至少 2 个液晶区域,该液晶区域在与液晶层平行的面内具有指向矢,这些液晶区域的指向矢指向相互不同的方向,因此能够提高视野角特性。

[0029] 另外,液晶区域的指向矢存在于面内,因此能够减低液晶层面内的延迟(retardation)的偏差。

[0030] 进而,各液晶区域被视为具有与液晶层平行的指向矢的单一畴。因此,当向该液晶层施加电压时,液晶区域内的液晶分子作为 1 个指向矢统一行动,在液晶层的厚度方向取向。因此,与液晶区域内的液晶分子放射状取向的情况相比,能够更快速地切换液晶区域内的取向状态,能够大幅提高液晶显示装置的响应特性。

[0031] 根据本发明,能够不在像素内形成肋、狭缝等复杂的构造而以更简单的结构得到与取向分割同样的效果,能够以简便的工艺、且以低价制造视野角特性优秀的液晶显示装置,因此是有利的。

附图说明

[0032] 图 1(a) 为示意性地表示本发明的实施方式的液晶显示装置的剖视图,(b) 为表示单一像素中的液晶层的示意图,为沿 (a) 中所示液晶装置的 Ib-Ib' 线的剖视图。

[0033] 图 2(a) 和 (b) 为用于说明本发明的实施方式的液晶显示装置的显示原理的示意图,(a) 和 (b) 分别为举例表示未向液晶层施加电压时和施加电压时的液晶区域内的液晶分子的取向的剖视图。

[0034] 图 3(a) 和 (b) 分别为表示使用水平取向膜 A 和 B 的样本液晶单元 No. 1、No. 2 的液晶层的剖面 SEM 像的图。

[0035] 图 4(a) 和 (b) 分别为表示液晶区域内的液晶分子的取向状态的一个例子的示意性俯视图和剖视图。

[0036] 图 5(a) 为表示使用偏光显微镜以正交尼科耳状态观察样本液晶单元 No. 5 的显微镜像的图,(b) 为表示从 (a) 的状态起将偏光板旋转 45° 的状态的显微镜像的图。

[0037] 图 6(a) 和 (b) 为表示样本液晶单元 No. 5 的剖面 SEM 像和平面 SEM 像的图。

[0038] 图 7 为表示使用样本液晶单元 No. 6 对显示的对比度的方位角依赖性进行测定的结果的图。

[0039] 图 8 为本发明的实施方式之外的其他显示装置的示意性剖视图。

[0040] 符号说明

[0041] 1 液晶层

[0042] 2 背面基板

[0043] 3 前面基板

[0044] 4 像素电极

[0045] 5 薄膜晶体管

[0046] 6 彩色滤光片

[0047] 7 平坦化膜

[0048] 8 对置电极

- [0049] 10 壁
- [0050] 11 液晶区域
- [0051] 12、13 取向膜
- [0052] 14、14L、14U 小室
- [0053] 15、16 圆偏光板
- [0054] 20 指向矢
- [0055] 22 液晶分子
- [0056] 24、26 光
- [0057] 32、33 玻璃基板
- [0058] 36 极
- [0059] 100 液晶显示装置

具体实施方式

[0060] 以下,参照图 1 和图 2,对本发明的某优选实施方式的液晶显示装置进行说明。

[0061] 图 1(a) 为示意性地表示本发明的实施方式的液晶显示装置的剖视图。图 1(b) 为未向液晶层施加电压时(无电压施加时)的、用于对单一像素中的液晶层的结构进行说明的示意图,表示与基板平行的剖面。图 2(a) 和 (b) 为举例表示未向液晶层施加电压时(电压无施加时)和施加电压时(电压施加时)的液晶区域内的液晶分子的取向的示意性剖视图。

[0062] 首先,参照图 1(a)。液晶显示装置 100 具备:前面基板 3;以与前面基板 3 相对的方式配置的背面基板 2;在这些基板 2、3 之间设置的液晶层 1;和在前面基板 3 的前面侧和背面基板 2 的背面侧分别配置的圆偏光板 15、16。虽然未图示,但圆偏光板 15、16 具有直线偏光板和 $\lambda/4$ 板的叠层结构,该直线偏光板的吸收轴以相互正交(正交尼科耳)的方式配置。液晶层 1 构成为:在白显示时通过液晶层 1 的光受到大致半波长的延迟。即,液晶层 1 的延迟(液晶层 1 的双折射率 Δn 与厚度 d 的积 $\Delta n \cdot d$) 设定为 $0.29 \sim 0.38 \mu m$ 。

[0063] 在背面基板 2 的液晶层一侧的表面,依次形成有多个开关元件(在此为薄膜晶体管)5、多个透明的像素电极 4、取向膜 12。本实施方式的取向膜 12 为水平取向膜,与液晶层 1 的背面侧的表面相接。多个像素电极 4 相互分离配置,规定成为像素显示的一个单位的像素。在本实施方式中,这些像素电极 4 呈矩阵状排列,分别与对应的薄膜晶体管 5 的源极电极(未图示)电连接。

[0064] 另一方面,在前面基板 3 的液晶层一侧的表面,依次形成有:以与像素电极 4 对应的方式配置的 R(红色)、G(绿色)和 B(蓝色)等的彩色滤光片 6;用于覆盖彩色滤光片 6 而进行平坦化的平坦化膜 7;透明的对置电极 8;取向膜 13,取向膜 13 与液晶层 1 的前面侧的表面相接。本实施方式的取向膜 13 与取向膜 12 同样,也为水平取向膜。

[0065] 液晶层 1 由壁 10 分割为多个小室 14。在各小室 14 中形成有液晶区域 11。壁 10 例如由高分子形成。此外,在图 1(a) 中,壁 10 和取向膜 12、13 包围成为小室 14 的空间,但也可以仅由壁 10 包围成为小室 14 的空间。

[0066] 另外,由图 1(b) 可知,在各像素内至少配置有 2 个小室 14,壁 10 连续。这些小室 14 内的液晶区域 11,在与液晶层 1 平行的面内具有指向矢 20。另外,液晶区域 11 的指向矢

20 分别在面内指向随机的方向。此外,在本实施方式中,在面内具有指向矢 20,并且其方向相互不同的至少 2 个液晶区域 11 配置在 1 个像素内即可。

[0067] 接着,参照图 2(a),对各液晶区域 11 的液晶分子的取向状态的一个例子进行详细说明。如图所示,在未施加电压时,液晶区域 11 内的液晶分子 22 的一部分受到取向膜 12、13 的影响而平行地取向。另外,液晶区域 11 内的液晶分子 22 的另一部分受到壁 10 的影响而倾斜。但是,液晶区域 11 内的液晶分子 22 的取向连续,液晶区域 11 内的液晶分子 22,形成用 1 个指向矢 22 表达取向方向的单一畴。

[0068] 像这样,在本实施方式中,包含在像素区域中的多个液晶区域 11 的指向矢 20,在面内随机取向。因此,能够与现有技术中的取向分割结构同样地提高视野角特性。另外,能够在液晶层面内使延迟大致均匀,能够抑制由延迟的偏差引起的显示不均。进而,各液晶区域 11 内的液晶分子作为单一畴而动作,因此,与例如专利文献 1 等中记载的使用具有放射状的取向的液晶滴的情况相比,能够大幅度改善电压施加时的响应特性。进而,由于在液晶区域 11 的内部不存在防止光透过的向错,因此能够保证高的透过率。而且,如上述的 MVA 模式、PVA 模式的显示装置那样,由于能够不在像素内形成肋、狭缝等复杂的取向控制结构而进行取向分割,因此从制造工艺、制造成本的方面来看是有利的。

[0069] 在此,参照图 2(a) 和 (b),对液晶显示装置 100 的显示原理进行说明。

[0070] 如图 2(a) 所示,在未施加电压时,液晶区域 11 的指向矢 20 与基板 2、3 平行地取向。当使光 24 从背面基板 2 的背面侧入射时,光 24 首先通过由直线偏光板和 $\lambda/4$ 构成的圆偏光板 16 而成为右圆偏振光或左圆偏振光 24a,从而向液晶层入射。在液晶层中,指向矢 20 与基板 2、3 平行地指向,因此圆偏振光 24a 被赋予相位差 π ,而成为逆向圆偏振光 24b。如上述那样,圆偏光板 15、16 的直线偏光板以吸收轴相互正交的方式配置,因此圆偏振光 24b 透过圆偏光板 15,成为直线偏光而向观察者一侧出射。因此,得到白显示状态。

[0071] 另一方面,如图 2(b) 所示,当向液晶层 1 施加规定值以上的电压时,液晶区域 11 的指向矢 20 为与基板 2、3 垂直地取向。此时,当使光 26 从背面基板 2 的背面侧入射时,光 26 通过圆偏光板 16 而成为右圆偏振光或左圆偏振光 26a,从而通过液晶层。在液晶层,指向矢 20 指向与基板 2、3 垂直的方向,因此圆偏振光 26a 不被赋予相位差,保持圆偏振光 26a 的状态从液晶层出射。圆偏振光 26a 不能够透过圆偏光板 15,因此光 26 不向观察者一侧出射,成为黑显示状态。

[0072] 此外,虽然未图示,但当向液晶层施加不足规定值的电压时,液晶区域的指向矢指向相对于液晶层的厚度方向倾斜的方向。此时,液晶层对通过液晶层的圆偏振光赋予比 0 大、且不足 π 的相位差,因此能够进行中间灰度显示。中间灰度显示状态中的各液晶区域的指向矢的面内成分,依赖于白显示状态的指向矢,在各个液晶区域中指向各自不同的方向,因此能够得到取向分割的效果。

[0073] 此外,在日本特开平 7-120728 号中,记载有使用具有多个液晶区域的液晶层的显示装置。但是,在该显示装置中,电压未施加时的液晶区域内的液晶分子的取向为放射状或同心圆取向,在面内不具有指向矢,因此不能够像本实施方式这样利用面内的指向矢得到取向分割的效果。另外,各液晶区域具有放射状或同心圆取向,因此在其大致中央存在向错,也有透过率降低的问题。进而,液晶分子的动作钝化,实现高响应特性也是困难的。

[0074] 在日本特开 2000-206515 号中,提案有:在 TN(Twisted Nematic:扭曲向列) 模式

的液晶显示装置中,以取消前面基板来实现显示装置的轻量化为目的,使用配置有多个液晶区域的液晶层。但是,这些液晶区域的指向矢指向由取向膜规定的规定方向,并非像本实施方式这样,将指向矢不同的液晶区域设置在一个像素内而得到取向分割的效果,因此,难以实现高视野角特性。

[0075] 进而,在日本特开平 5-61025 号中也公开有:使用多个液晶滴(液晶区域)的液晶显示装置。在该液晶显示装置中,使用各自不同的液晶和包括二色性色素(蓝、绿、红、黑)的 4 种液晶滴,以进行高对比度的多色彩显示为目的。因此,日本特开平 5-61025 号并非如本实施方式这样利用指向矢不同的液晶区域进行取向分割。另外,该液晶显示装置没有利用之前参照图 2 叙述的显示原理,也没有使用圆偏光板。

[0076] 在本实施方式中,在各小室 14 内的液晶区域 11 的指向矢 20 受到由取向膜 12、13 产生的限制力和小室 14 的结构的影响。为了构成各液晶区域 11 的指向矢 20 在面内指向随机方向,取向膜 12、13 优选不被实施摩擦处理等的取向处理。如果取向膜 12、13 不被实施摩擦处理等,则像素内的多个液晶区域 11 不会全部取向为特定的一个方向(摩擦方向等),因此取向方位是随机的。由此,能够可靠地在一个像素内形成取向方向不同的液晶区域 11,因此,能够提高视野角特性。

[0077] 另外,为了利用取向膜 12、13 更加可靠地对液晶区域 11 的取向状态进行限制,优选在一个像素内形成的液晶区域 11 中的至少 2 个液晶区域 11 与取向膜 12、13 的一方或双方相接。由此,能够使这些液晶区域 11 内的液晶分子更可靠地取向为与基板大致平行的方向。此外,在本说明书中,“液晶区域 11 与取向膜 12、13 相接”是指,除了液晶区域 11 内的一部分液晶分子与取向膜 12、13 直接相接的情况之外,也包括即使在液晶区域 11 与取向膜 12、13 之间存在含有液晶分子和高分子等的极薄的膜(例如 10nm 以下),液晶区域 11 的液晶分子也受到取向膜 12、13 的影响的情况。

[0078] 小室 14 优选在液晶层 1 的厚度方向以 1 层或 2 层排列。如果小室 14 在液晶层 1 的厚度方向以 3 层以上排列,则位于最上层与最下层之间的液晶区域不受到取向膜 12、13 的影响,因此该液晶区域无法被视为在面内具有指向矢的单一畴。当液晶层 1 包括多个这样的液晶区域时,有可能不能够充分得到取向分割的效果或者响应速度的改善效果降低。另外,也有可能不能够充分减低液晶层面内的延迟的偏差。进而,也有液晶层 1 按照延迟的比例增厚、驱动电压按照延迟的比例增高的可能。与此相对,只要小室 14 在液晶层 1 的厚度方向排列为 2 层以下,则能够以与取向膜 12、13 相接的方式在一个像素内形成大致全部的液晶区域 11,能够进一步提高由本发明得到的响应速度的改善效果。另外,能够使液晶层面内的延迟大致均匀,因此能够更有效地抑制显示不均。进而,能够将液晶层 1 的厚度抑制为小,因此能够进一步降低驱动电压。

[0079] 此外,小室 14 在液晶层 1 的厚度方向以 1 层排列(以下称为“1 层结构”)是指,在多个小室 14 的各个与取向膜 12、13 之间不存在其他的小室。另外,小室 14 在液晶层 1 的厚度方向以 2 层排列(以下称为“2 层结构”)是指,在多个小室的各个与取向膜 12、13 中的最接近该小室 14 的取向膜之间不存在其他的小室。

[0080] 如在后面详细说明的那样,为了以液晶区域 11 与取向膜 12、13 相接的方式形成小室 14,优选使取向膜 12、13 的表面自由能最佳化。这是本申请的发明者们反复进行多种研讨结果得到的见解。表面自由能的优选范围根据液晶层 1 的材料而变化,例如为 44mJ/m^2 以

上 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下。

[0081] 在本实施方式中,在一个像素内配置的小室 14 的数量(即液晶区域 11 的数量)为 2 个以上即可,但优选为 4 个以上。如果小室 14 的数量为 4 个以上,则能够将一个像素分割为取向方向不同的 4 个以上的区域,因此能够有效地改善视野角特性。进一步优选在一个像素内配置的小室 14 的数量为 8 个以上。另一方面,当小室 14 的数量过多时,各个小室 14 变小,容易产生不与取向膜 12、13 相接的液晶区域 11。另外,小室 14 的壁 10 与液晶分子的相互作用有可能导致液晶分子的动作钝化、响应速度变慢。例如,当使像素尺寸为 $80 \times 220 \mu\text{m}$ 、小室 14 的宽度的平均值(后面叙述的平均宽度 W_{AVE})为 $5 \mu\text{m}$ 以上时,一个像素内的小室 14 的数量的上限约为 700 个。

[0082] 小室 14 的在液晶层 1 的厚度方向上的长度 H 的平均值(以下简称为“平均高度 H_{AVE} ”)优选为液晶层 1 的厚度的 $1/3$ 以上,进一步优选为 $1/2$ 以上。当小室 14 的平均高度 H_{AVE} 不足液晶层 1 的厚度的 $1/3$ 时,在液晶层 1 的厚度方向上的中央部容易形成不能够受到取向膜 12、13 影响的液晶区域 11。在这样的液晶区域 11 中,液晶分子沿液晶层 1 的厚度方向取向,在面内不存在指向矢 20,因此难以对电压未施加时的液晶分子的取向进行控制。

[0083] 另一方面,小室 14 的在液晶层 1 的面内的最大宽度 W 的平均值(以下简称为平均宽度“ W_{AVE} ”)优选为像素宽度的 $1/2$ 以下,进一步优选为 $1/3$ 以下,由此,能够可靠地在一个像素内配置 4 个以上的小室 14。另一方面,当平均宽度 W_{AVE} 过小时,液晶区域 11 难以与取向膜 12、13 相接,另外,小室 14 的壁 10 与液晶分子的相互作用使得液晶分子的动作钝化。例如,当使像素尺寸 $80 \times 220 \mu\text{m}$ 、小室 14 的平均宽度 W_{AVE} 为 $5 \mu\text{m}$ 以上时,平均宽度 W_{AVE} 为像素宽度的 $1/44$ 以上。

[0084] 优选小室 14 的平均高度 H_{AVE} 在例如 $2 \mu\text{m}$ 以上 $6 \mu\text{m}$ 以下的范围内适当选择,且平均宽度 W_{AVE} 在例如 $2 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下的范围内适当选择。以下对该理由进行说明。

[0085] 当小室 14 内的液晶区域 11 过大时,在液晶区域 11 中,容易产生液晶分子取向变得不连续的向错。当产生向错时,即使在白显示时也在液晶区域 11 中产生光不透过区域,因此有可能成为导致白显示的亮度降低的主要原因。另外,在液晶区域 11 的向错附近,液晶分子的驱动钝化,因此也有响应速度降低的可能。因此,液晶区域 11 的大小优选被抑制为不产生向错的程度,例如将小室 14 的平均长度 H_{AVE} 抑制为 $6 \mu\text{m}$ 以下,且将小室 14 的平均宽度 W_{AVE} 抑制为 $50 \mu\text{m}$ 以下,能够有效地抑制小室 14 内的液晶区域 11 中的向错的产生。

[0086] 进而,当小室 14 的平均宽度 W_{AVE} 比 $50 \mu\text{m}$ 大时,在一个像素内包含的小室 14 的数量、即液晶区域 11 的数量变少,有可能因像素而产生方位依赖性从而引起不均显示,但只要平均宽度 W_{AVE} 为 $50 \mu\text{m}$ 以下,就能够抑制这样的不均显示的发生。

[0087] 另一方面,当小室 14 的平均高度 H_{AVE} 、平均宽度 W_{AVE} 不足 $2 \mu\text{m}$ 时,小室 14 的壁 10 与液晶区域 11 的相互作用的影响变得显著,因此液晶分子的驱动钝化。另外,不与取向膜 12、13 相接的液晶区域 11 的数量容易变多,存在不能够充分改善视野角特性和响应速度的可能性。因此,小室 14 的平均高度 H_{AVE} 和平均宽度 W_{AVE} 都优选为 $2 \mu\text{m}$ 以上。

[0088] 虽然液晶层 1 的材料没有被特别限定,但优选液晶层的液晶材料的介电各向异性为正。这是因为:当液晶材料的介电各向异性为负时,液晶分子在电压为接通(ON)时必须倒下成为与基板平行的状态,但不能够对倒下的方向进行限制,液晶滴内的分子容易从一样地取向变得混乱,有可能在液晶区域内发生向错或妨碍液晶分子的动作。另外,为了参照

图 2 对上述的显示原理进行利用,液晶层优选不包含手性剂。

[0089] 本实施方式的液晶层 1 能够用与高分子分散型液晶 (PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal) 同样的材料形成。例如使向列型液晶材料 (即低分子液晶组成物) 和光硬化性树脂 (单体和 / 或低聚体) 的混合物相溶而配置在透明基板间之后,通过将光硬化性树脂聚合而得到。对光硬化性树脂的种类没有特别限定,但优选使用紫外线硬化性树脂。当使用紫外线硬化性树脂时,在进行聚合时不需要对上述混合物进行加热,因此能够防止热量对其他部件产生不良影响。单体、低聚体既可以是单官能、也可以是多官能。

[0090] 在本实施方式中,通过紫外线等的活性光线的照射,使显示液晶性的紫外线硬化性树脂与液晶组成物的混合物 (液晶混合物) 光硬化而形成液晶层 1。作为液晶混合物,例如能够使用通过将紫外线硬化性材料与液晶按 20 : 80 的重量比混合并添加少量的光触媒剂而得到的、在常温下显示向列液晶相的液晶混合物。

[0091] 上述液晶混合物例如通过真空注入法或滴下注入 (ODF: One Drop Fill) 法而被保持在一对基板之间后,被紫外线照射。由此,紫外线硬化性预聚合物聚合而成为高分子而与液晶相位分离,形成具有由高分子形成的壁和由该壁分离的多个液晶区域的液晶层。

[0092] 此外,在使用 PDLC 的液晶显示装置 (高分子分散型液晶显示装置) 中不使用偏光板、取向膜。PDLC 能够通过对液晶层施加电压而在散射状态与光透过状态之间切换光学特性,因此当使用 PDLC 时,能够不使用偏光板和取向膜而进行显示。与此相对,在本实施方式中,虽然使用与 PDLC 同样的材料,但也使用取向膜和圆偏光板,由此实现新的取向分割模式。另外,在高分子分散型液晶显示装置中使用的 PDLC,为了将液晶滴的径长抑制为小而提高散射强度,具有比较大的双折射率 Δn ,但本实施方式的液晶层为了将延迟 ($\Delta n \cdot d$) 控制为所期望的值 (例如 $0.29 \sim 0.38 \mu\text{m}$),具有比 PDLC 小的双折射率 Δn 。例如,在液晶层的厚度 d 为 $4 \mu\text{m}$ 时, Δn 的优选范围为 0.07 以上 0.1 以下。

[0093] < 液晶显示装置的制造方法 >

[0094] 本实施方式中的液晶显示装置,能够以例如以下这样的方法制造。在此,以使用真空注入法形成液晶层的方法为例进行说明。

[0095] 首先,在形成有薄膜晶体管和像素电极的玻璃基板 (背面基板) 和形成有彩色滤光片和对置电极的玻璃基板 (前面基板) 的表面,分别用旋涂法或喷墨法均匀涂敷取向膜,以规定的温度进行烧制。不对取向膜实施摩擦处理。另外,使用以在后面叙述的方法测定的表面自由能为 $47\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水平取向膜作为取向膜。

[0096] 接着,将光硬化性的单体、光聚合触媒剂、正型液晶均匀混合制作液晶混合物。使混合时的温度为液晶混合物向向列相转移的温度 T_{ni} 以上的温度。另外,液晶的组成比为 $80 \sim 85\%$ 。将所得到的混合物以转移温度 T_{ni} 以上的温度保持。

[0097] 接着,使前面基板与背面基板分别以取向膜为内侧地相对,隔着用于确保一定间距的间隔物而贴合。

[0098] 以转移温度 T_{ni} 以上保持这些基板,在其间隙填充以上述转移温度 T_{ni} 以上的温度保持的液晶混合物 (真空注入法)。此后,在转移温度 T_{ni} 以上的温度,对混合物照射光 (紫外线),在使混合物内的单体形成高分子的同时,使高分子与液晶相位分离。由此在前面基板与背面基板之间形成有液晶层。

[0099] 此后,以夹持在前面基板与背面基板之间的方式,在前面基板的前面侧和背面基

板的背面侧分别设置圆偏光板。这些圆偏光板以其直线偏光部分相互呈正交尼科耳的方式配置。由此,得到液晶显示装置。

[0100] 在上述方法中,在形成液晶层时使用真空注入法,但也可以取而代之使用 ODF 法。以下,对该情况下的液晶层的形成方法进行说明。

[0101] 首先,以与使用真空注入法时相同的方法,进行取向膜的形成和液晶混合物的制作。

[0102] 接着,在被保持在转移温度 T_{ni} 以上的背面基板或前面基板的取向膜上,滴下被以转移温度 T_{ni} 以上的温度保持的规定的量的液晶混合物。此后,对于滴下有混合物的基板,将另一个基板隔着间隔物相对贴合。

[0103] 接着,通过以转移温度 T_{ni} 以上的温度向基板间的液晶混合物照射光(紫外线),在使混合物内的单体形成高分子的同时,使高分子与液晶进行相位分离而得到液晶层。

[0104] 在以上述这样的方法制造液晶显示装置时,液晶区域的尺寸、形状、配置等的液晶层的结构,能够通过取向膜的种类、液晶层的形成条件进行控制。如以下详细说明的那样,液晶区域的大小能够根据对液晶混合物的光照射条件来调整,另外,液晶层中的液晶区域的配置能够根据取向膜的种类来调整。

[0105] <液晶区域的大小与对液晶混合物的光照射条件的关系>

[0106] 在本实施方式中,为了确保高响应速度、且通过取向分割对视野角特性进行有效的改善,需要将小室的大小(即液晶区域的大小)控制在规定的范围内。在用上述的液晶混合物形成液晶层的情况下,液晶区域的大小能够根据对液晶混合物的光照射条件来调整。本申请的发明者们对光照射条件与液晶区域的大小的关系进行了研讨,以下对该方法和结果进行说明。

[0107] 首先,在2片玻璃基板的表面依次形成ITO膜和取向膜,在这些玻璃基板之间以真空注入法注入液晶混合物。取向膜的形成方法、液晶混合物的材料·混合比等,与上述方法相同。接着,对玻璃基板间的液晶混合物照射光,使其聚合而相位分离,从而形成液晶层。照射强度在 $2\text{mW}/\text{cm}^2 \sim 140\text{mW}/\text{cm}^2$ 的范围内选择。由此,制作照射强度不同的多个液晶单元(设为“样本液晶单元”)。

[0108] 此外,作为制作样本液晶单元时的照射光,使用通过了滤光片等的光,该滤光片对350nm以下的波长进行隔断。当照射波长为350nm以下的光时,会发生液晶混合物内的液晶分解等的不良情况。

[0109] 另外,使光的照射时间为对于液晶混合物内包含的单体聚合所需的充分的时间。在此,以液晶区域的液晶材料的 T_{ni} 达到作为原料包含在液晶混合物中的液晶的 T_{ni}' 的99%以上的程度为标准,设定照射时间。例如,照射强度为 $50\text{mW}/\text{cm}^2$ 时的照射时间为50sec。

[0110] 此后,通过SEM观察求得各样本液晶单元中的小室的大小。具体而言,切断样本液晶单元,用有机溶剂对小室内的液晶进行冲洗。接着,从该样本液晶单元剥离前面基板,以溅射法较薄地形成导电膜之后,从上方观察液晶层内的小室。在此,对位于一个像素内的多个(例如100个)小室的最大宽度进行计算测量,求得其平均值(平均宽度) W_{AVE} 。

[0111] 将得到的SEM观察结果首先与用光学显微镜观察分解前的各样本液晶单元所得的结果相比较。其结果是确认了用SEM观察到的小室的形状和配置与分解前各样本液晶单元的液晶区域的形状和配置一致。因此,能够认为用SEM观察求得的小室的平均宽度 W_{AVE} 与

小室内形成的液晶区域的平均宽度相等。

[0112] 用 SEM 观察得到的小室的平均宽度 W_{AVE} (即液晶区域的平均宽度) 与向液晶混合物照射的光的强度的关系如表 1 所示。从表 1 所示的结果可知, 光的照射强度小时液晶区域大, 照射强度越大则液晶区域越小, 确认了能够根据照射强度对液晶区域的大小进行控制。另外可知, 为了将液晶区域的平均宽度控制在 $2\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下, 将照射强度设定在 $2\text{mW}/\text{cm}^2$ 以上 $50\text{mW}/\text{cm}^2$ 以下的范围内即可。此外, 照射强度的数值范围根据使用的液晶混合物的材料和混合比而变化。

[0113] 在此已求得液晶区域的平均宽度, 但液晶区域的平均高度在液晶层的厚度 (例如 $4\mu\text{m}$) 以下的范围内也能够与液晶区域的平均宽度同样地根据照射条件来控制。但是, 当液晶区域较大地形成、例如在整个液晶层的厚度方向上形成有液晶区域时 (1 层结构), 液晶区域的平均高度根据液晶层的厚度来决定, 因此与照射条件无关, 为固定值。

[0114] [表 1]

[0115]

照射强度 (mW/cm^2)	2	20	50
小室 (液晶区域) 的 平均宽度 (μm)	50	10	2

[0116] < 液晶区域的配置与取向膜的表面自由能的关系 >

[0117] 为了更可靠地控制液晶区域 11 的液晶取向, 小室 14 被配置为在液晶层 1 的厚度方向上为 2 层以下, 优选大致所有的小室 14 内的液晶区域 11 的取向由取向膜 12、13 限制。本申请的发明者们针对用于控制液晶区域 11 的配置的液晶单元的制作条件进行了多种研讨, 其结果是得到了对取向膜 12、13 的特性 (表面自由能) 进行控制是重要的这一见解。以下, 对液晶单元的制作条件的研讨方法和结果进行详细说明。

[0118] 在此, 使用表面自由能不同的 4 种水平取向膜 A ~ D。其中, 水平取向膜 A (AL1T1048 : JSR 公司制商品名) 为使用 TFT 的、一般使用在液晶显示装置中的取向膜, 水平取向膜 A 具有比水平取向膜 B 高的电压保持率。水平取向膜 B (PIx1400 : 日立化成 DuPont MicroSystems 公司制作商品名) 为在市售的水平取向标准单元中使用的水平取向膜。水平取向膜 C (AL1L509 : JSR 公司制商品名) 和 D 分别为一般在 STN (Super Twisted Nematic : 超扭曲向列) 模式、和 IPS (In-Plane-Switching : 平面转换) 模式的液晶显示装置中使用的取向膜。

[0119] 首先, 对 4 种水平取向膜的表面自由能进行测定。在测定中, 使用协和界面科学有限公司制的固液界面解析装置 (DropMaster500)、用液滴法求得测试 (probe) 液体的平均接触角。使用水、甘醇 (ethyleneglycol)、二碘甲烷作为测试液体。这些测试液体的表面自由能分别为 $72.8\text{mJ}/\text{m}^2$ 、 $47.7\text{mJ}/\text{m}^2$ 、 $50.8\text{mJ}/\text{m}^2$ 。具体而言, 在各水平取向膜表面滴下上述测试液体约 $30\mu\text{l}$, 测定接触角。算出已测定 10 次的接触角的平均值, 得到针对各测试液体的“平均接触角”。此后, 使用作为附属软件 FAMES 表面自由能解析附加软件、以 Kitazaki-Hata 法进行解析, 从而得到该水平取向膜的表面自由能。

[0120] 其结果是, 在水平取向膜 B, 水、甘醇、二碘甲烷的液滴接触角分别为 76.6° 、

45.5°、26.6°。用得到的接触角度进行解析的结果是,该取向膜的表面自由能为 $47 \pm 2.2 \text{ mJ/m}^2$ 。同样地,求得对水平取向膜 A、C 和 D 的表面自由能,分别为 41 mJ/m^2 、 54 mJ/m^2 、 65 mJ/m^2 。

[0121] 接着,用上述取向膜 A ~ D,分别制作样本液晶单元。在此,在 2 片玻璃基板的表面形成取向膜,在这些玻璃基板之间以真空注入法注入液晶混合物。取向膜的形成方法、液晶混合物的材料·混合比等与上述方法同样。此后,对玻璃基板间的液晶混合物,以 50 mW/cm^2 的强度照射光(紫外线),进行聚合相位分离而形成液晶层。由此,得到使用水平取向膜 A ~ D 的样本液晶单元 No. 1 ~ No. 4。

[0122] 将所得到的各样本液晶单元 No. 1 ~ No. 4 切断,以有机溶剂冲洗小室内的液晶后,对要以溅射法进行观察的剖面较薄地蒸镀导电膜,进行剖面 SEM 观察。进而,将样本液晶单元的一个玻璃基板剥离,从液晶层的上方进行平面 SEM 观察。通过该剖面和平面 SEM 观察,能够对由高分子的壁规定的小室的排列状态进行观察。

[0123] 将上述平面 SEM 观察的结果,首先与用光学显微镜观察分解前的各样本液晶单元所得的结果进行比较。其结果是,确认了平面 SEM 观察到的小室的形状和配置与分解前各样本液晶单元的液晶区域的形状和配置一致。因此,能够认为根据剖面 SEM 观察所得的液晶层的厚度方向的小室的排列状态,与液晶层的厚度方向的液晶区域的排列状态一致。

[0124] 对根据剖面 SEM 的小室的观察结果进行说明。图 3(a) 和 (b) 分别是表示使用水平取向膜 A 和 B 的样本液晶单元 No. 1 和 No. 2 的剖面 SEM 像的图。

[0125] 在样本液晶单元 No. 1 和 No. 2 中,在玻璃基板 32、33 之间形成有液晶层 1,液晶层 1 具有多个小室 14,该小室 14 通过由高分子构成的壁 10 形成。

[0126] 在样本液晶单元 No. 1 中,如图 3(a) 所示,能够看到在液晶层 1 的厚度方向配置有 3 个以上的小室 14 的部分。因此,在液晶层 1 形成的多个小室 14 中的一部分小室 14 与取向膜 12、13 相接,但在液晶层 1 的厚度方向的中央,存在与取向膜 12、13 中任一个都不相接的小室 14。在形成于这些小室 14 内的液晶区域中,液晶分子几乎不受到取向膜 12、13 的限制而大致垂直取向的可能性较高。

[0127] 另外,在样本液晶单元 No. 3 和 No. 4 液晶层中,也与样本液晶单元 No. 1 同样,观察到:在液晶层的厚度方向形成 3 个以上的小室,在液晶层的中央存在与取向膜不相接的小室。

[0128] 与此相对,在样本液晶单元 No. 2 中,如图 3(b) 所示,小室 14 在液晶层 1 的厚度方向上以 2 层排列,下层的小室 14L 与取向膜 12 相接,上层的小室 14U 与取向膜 13 相接。因此,没有观察到不与取向膜 12、13 相接的小室 14。由此,能够认为几乎没有形成液晶分子不受到取向膜 12、13 的限制而垂直取向的液晶区域,确认了能够得到比其他的样本液晶单元 No. 1、No. 3 和 No. 4 更高的响应特性。

[0129] 样本液晶单元 No. 1 ~ No. 4 的取向膜 A ~ D 的表面自由能的测定结果和小室的排列状态如表 2 所示。

[0130] [表 2]

[0131]

样本液晶单元	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
取向膜	A	B	C	D
取向膜的表面自由能 (mJ/m^2)	41	47	54	65
液晶层的厚度方向上的小室(液晶区域)的排列状态	3 层以上 液晶层中央的液晶区域不与取向膜相接	2 层 大致所有的液晶区域都与取向膜相接	3 层以上 液晶层中央的液晶区域不与取向膜相接	3 层以上 液晶层中央的液晶区域不与取向膜相接

[0132] 由表 2 所示的结果可知,通过将取向膜的表面自由能设定为例如 $44\text{mJ}/\text{m}^2$ 以上 $50\text{mJ}/\text{m}^2$ 以下(以 Kitazaki-Hata 法解析),能够更可靠地使液晶区域排列为 2 层以下。由此,能够减低在液晶全体中存在的液晶区域中,位于液晶层的中央、不受到任何取向膜的限制的液晶区域的比例,因此能够减低液晶层的面内的延迟的偏差,能够抑制显示不均。

[0133] 此外,当对样本液晶单元 No. 1 和 No. 2 的样本液晶单元的一个玻璃基板剥离,从液晶层的上方进行平面 SEM 观察时,在样本液晶单元 No. 1 中,较多地观察到高分子凝集的区域。与此相对,在样本液晶单元 No. 2 中,高分子与液晶区域大致均匀地分离。由此可知,在样本液晶单元 No. 2 中,由高分子的凝集引起的不均显示得到抑制,能够得到更高的显示特性。

[0134] <液晶区域内的液晶分子的取向状态 1>

[0135] 图 4(a) 和 (b) 分别为表示液晶区域中的液晶分子的取向状态的一个例子的示意性俯视图和剖视图,图 4(a) 表示一个像素内配置的多个液晶区域的取向状态,图 4(b) 表示单一的液晶区域的取向状态。

[0136] 如图 4(a) 所示,在由源极和栅极配线 42、44 包围的像素 40 中配置有多个液晶区域 11。另外,如图 4(b) 所示,各液晶区域 11 与取向膜 12、13 相接,液晶区域 11 的指向矢与基板表面平行地取向。此时,液晶区域 11 内的各液晶分子 22,为了使得在该液晶区域 11 中不产生向错,在与基板表面平行的面内要大致一样地取向。其结果是,在图示的例子中,液晶区域 11 内的液晶分子 22,将液晶区域 11 的两端作为“极”36,沿从一个极 36 指向另一个极 36 的线取向。因此,液晶区域 11 的取向矢量(指向矢)20 与将两端的极间连接的线平行。

[0137] 在此,取向膜 12、13 没有被实施摩擦处理等的取向处理,因此液晶区域 11 的面内指向矢 20 并非相互一致,而是指向随机的方向。如果仔细观察,则各液晶区域 11 各自具有由指向矢 20 引起的视野角方位依赖性,但在一个像素内观察时,存在多个具有随机的指向矢 20 的液晶区域 11,因此视野角特性的方位依赖性被平均化。

[0138] 此外,本实施方式的液晶区域 11 内的液晶分子的取向状态,以在面内具有指向矢 20 的方式取向即可,并非限定于图示那样的具有 2 个极 36 的双极(bipolar)取向。进而,在面内具有指向矢 20 的液晶区域 11,在一个像素内存在 2 个以上即可。优选一个像素内的

大致所有的液晶区域 11 在面内具有指向矢 20、且在液晶区域 11 的内部不包含向错,但在像素内也可以包括这样的液晶区域 11 以外的液晶区域。例如,像素内的一部分的液晶区域具有放射状的取向、在液晶区域内部具有向错也没关系。

[0139] <液晶区域内的液晶分子的取向状态 2>

[0140] 制作具有 1 层结构的液晶层的样本液晶单元,对液晶区域的取向状态进行了调查,因此对该方法和结果进行说明。

[0141] 首先,以与上述样本液晶单元同样的方法制作 1 层结构的样本液晶单元(设为“样本液晶单元 No. 5”)。但是,使用表面自由能为 $47\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水平取向膜 B 作为取向膜。另外,在液晶层的形成中使用真空注入法,使对液晶混合物进行的光照射强度为 $20\text{mW}/\text{cm}^2$ 。在这样得到的样本液晶单元 No. 5 中,各液晶区域比图 3(b) 所示的液晶区域大,以与前面基板和背面基板的取向膜相接的方式配置(液晶区域的高度=液晶层的厚度)。

[0142] 接着,为了对样本液晶单元 No. 5 的液晶层的液晶区域的取向状态进行调查,用偏光显微镜从基板法线方向观察样本液晶单元 No. 5。

[0143] 图 5(a) 为表示用透过偏光显微镜以正交尼科耳状态对样本液晶单元 No. 5 观察所得的显微镜像的图,图 5(b) 为表示从图 5(a) 的状态起将偏光板旋转 45° 的状态的显微镜像的图。图示的直线 A、P 分别表示偏光显微镜的偏光板和检光板的透过轴方向。

[0144] 其结果是,没有在液晶滴内观察到向错,可知在各液晶区域中液晶分子大致一样地取向,成为单一畴。另外,各液晶区域的宽度为 $5 \sim 15 \mu\text{m}$ 。

[0145] 进而,在图 5(a) 中,一部分的液晶区域因光不透过而看起来较黑,但使偏光板旋转时,这些液晶区域因光的透过而看起来较白。同样,在图 5(b) 也有一部分液晶区域看起来较黑,但这些液晶区域能够因偏光板的旋转而看起来较白。由此可知,液晶区域的面内取向方向(指向矢)在每个液晶区域中不同。进而,在图 5(a) 和 (b) 中,看起来较黑的区域和看起来较白的区域都大致随机配置,因此确认了具有不同的指向矢的液晶区域在液晶层中随机配置、能够扩大视野角。

[0146] 接着,切断样本液晶单元 No. 5,以有机溶剂冲洗液晶区域内的液晶后,以溅射法在剖面蒸镀导电膜,进行剖面 SEM 观察。接着,从样本液晶单元 No. 5 将一个玻璃基板剥离,从上方观察液晶层(平面 SEM 观察)。

[0147] 图 6(a) 和 (b) 为表示样本液晶单元 No. 5 的剖面 SEM 像和平面 SEM 像的图。为了简便,对与图 3 所示的样本液晶单元相同的构成要素标注相同的参照符号,省略其说明。

[0148] 从图 6(a) 可知,由高分子壁 10 形成的小室 14 在液晶层 1 的厚度方向以 1 层排列,各小室 14 与上侧和下侧的取向膜 12、13 相接。因此,确认了:形成在各小室 14 内的液晶区域内的液晶分子可靠地被取向膜 12、13 限制,与基板平行取向,因此能够更有效地改善视野角特性。另外,可知由高分子形成的壁 10 与基板大致垂直地形成。另一方面,从图 6(b) 可知,由高分子形成的壁 10 连续,壁 10 的厚度大致均匀。

[0149] 接着,制作 1 层结构的具有液晶层的样本液晶单元,对本实施方式的显示的对比度的方位角依赖性进行了测定,其结果如图 7 所示。

[0150] 首先,以与上述样本液晶单元同样的方法制作 1 层结构的样本液晶单元(设为“样本液晶单元 No. 6”)。但是,使用表面自由能为 $47\text{mJ}/\text{m}^2$ 的水平取向膜 B 作为取向膜。另外,在液晶层的形成中使用真空注入法,使对液晶混合物进行的光照射强度为 $20\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

[0151] 所制作的样本液晶单元 No. 6 的液晶层, 具有与图 5 和图 6 所示样本液晶单元 No. 5 的液晶层同样的结构。显示的对比度通过算出电压未施加时 (白显示) 的透过光强度相对于电压施加时 (黑显示) 的透过光强度的比而求得。由该结果可知, 对比度几乎不依赖于方位角。因此能够确认, 即使不使用特别的取向分割手段, 也能够实现方位角依赖性少的液晶显示装置。

[0152] 像这样, 根据本实施方式, 能够大幅度减低视角的方位依赖性, 能够得到与 MVA 模式、PVA 模式的显示装置同样的取向分割效果。此外, 在图 7 中表示了液晶区域在液晶层的厚度方向以 1 层排列 (1 层结构) 的液晶层的方位角依赖性, 但同样, 在液晶区域以 2 层排列 (2 层结构) 的液晶层中也能够大幅度减低方位角依赖性。此外, 在 1 层结构的液晶层中, 能够使显示的对比度比 2 层结构的液晶层高, 因此是有利的。

[0153] 此外, 在上述实施例中, 为了对液晶层内的小室的结构进行控制, 选择了具有规定的表面能量的取向膜, 但也可以通过用单分子吸附膜等对取向膜的表面进行改性, 对取向膜的表面能量进行控制。另外, 取向膜的表面能量的优选范围只要为与液晶的表面能量同程度 (例如差为 20% 以下) 即可, 并不限定于上述取向膜 B 的表面能量的值。

[0154] 另外, 本实施方式的显示装置的结构, 并非限定于图 1 所示的结构。作为前面和背面基板, 也可以使用塑料基板, 也可以使用曲面基板。或者也可以使用如图 8 所示的挠性基板 52、53。

[0155] 产业上的可利用性

[0156] 根据本发明, 能够提供视野角特性和响应特性优秀的液晶显示装置。另外, 能够以简便的制造工艺, 以低价制造这样的液晶显示装置。

[0157] 本发明能够适用于多种液晶显示装置、使用液晶显示装置的各种电设备。特别优选用于使用水平取向型液晶的透过型或反射型液晶显示装置。

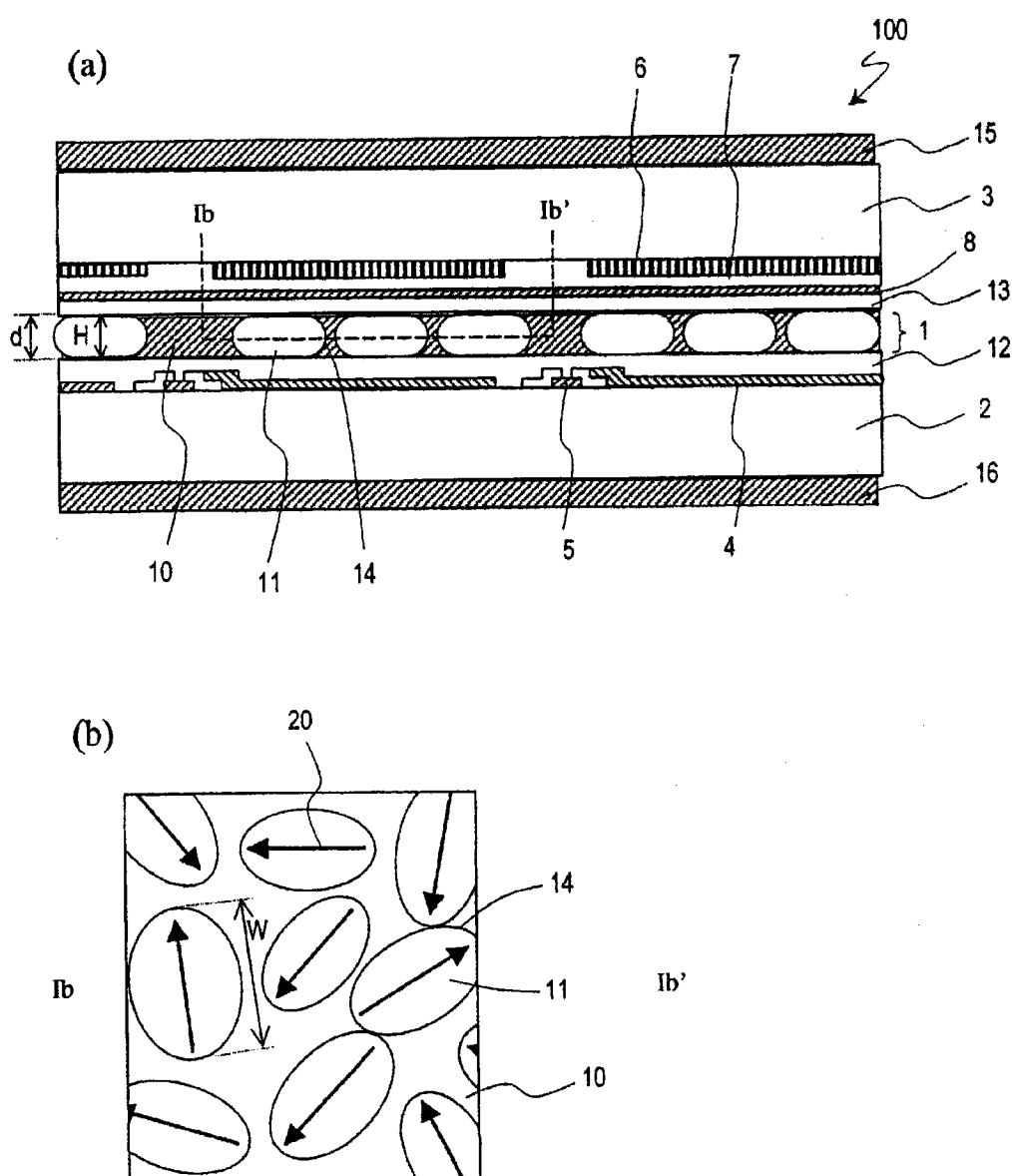


图 1

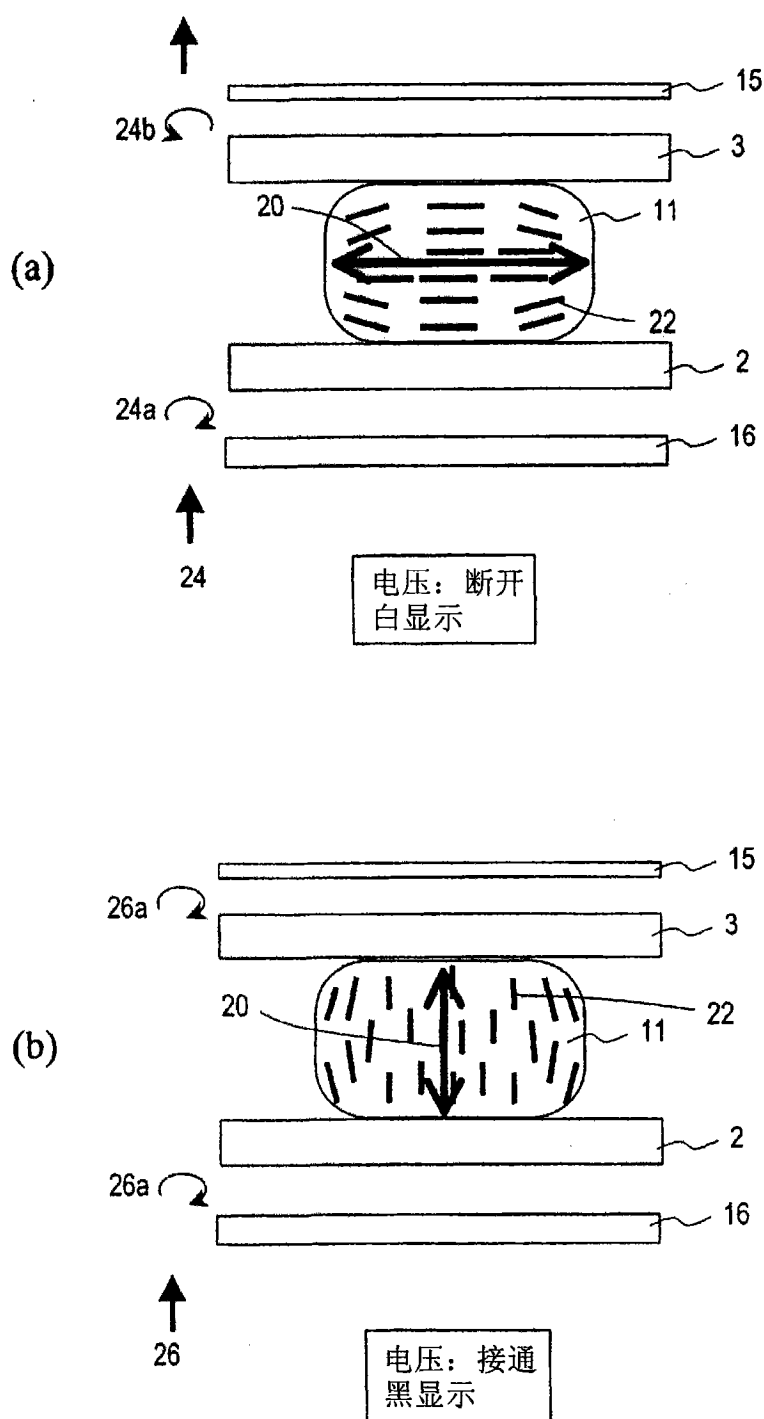


图 2

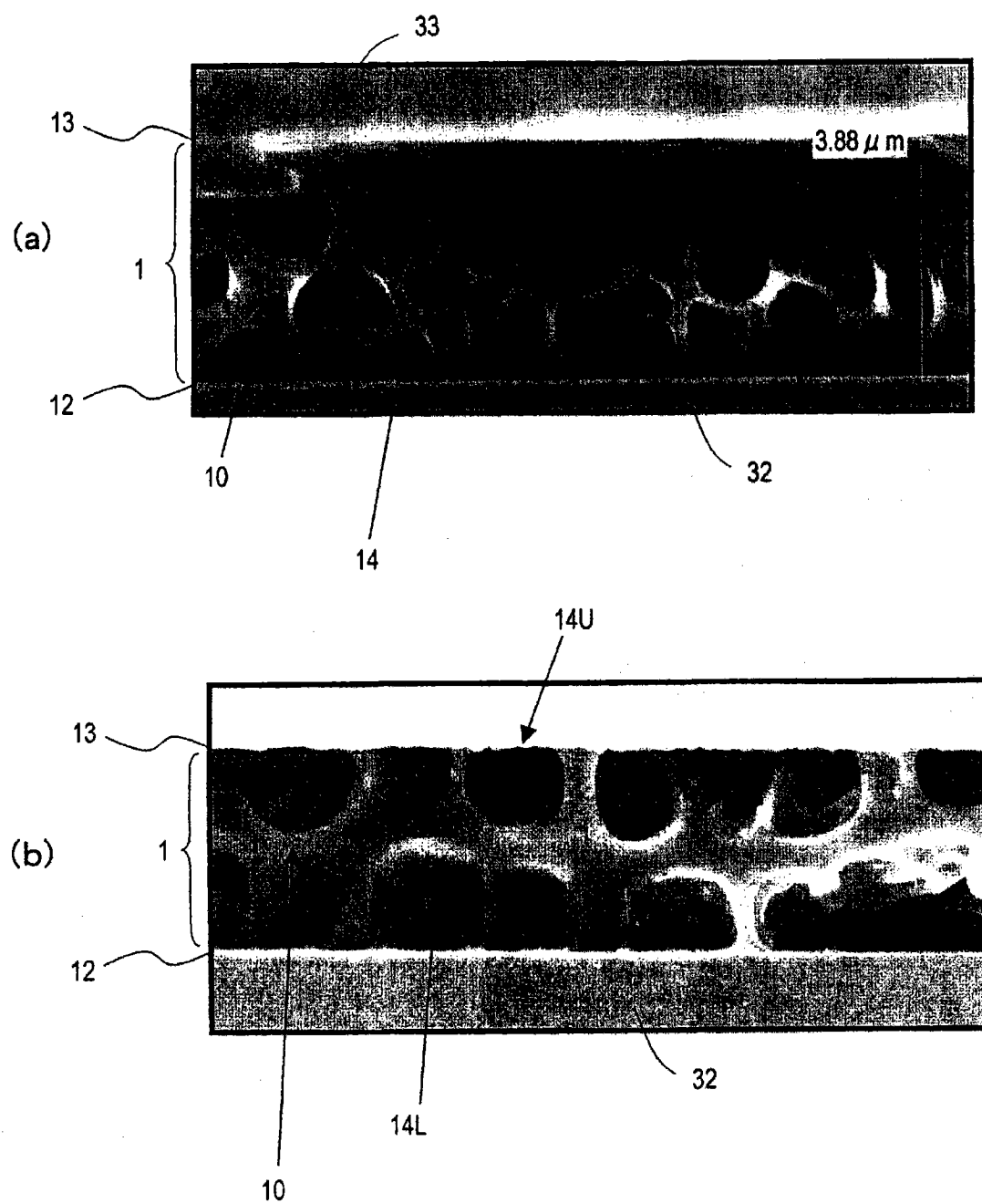


图 3

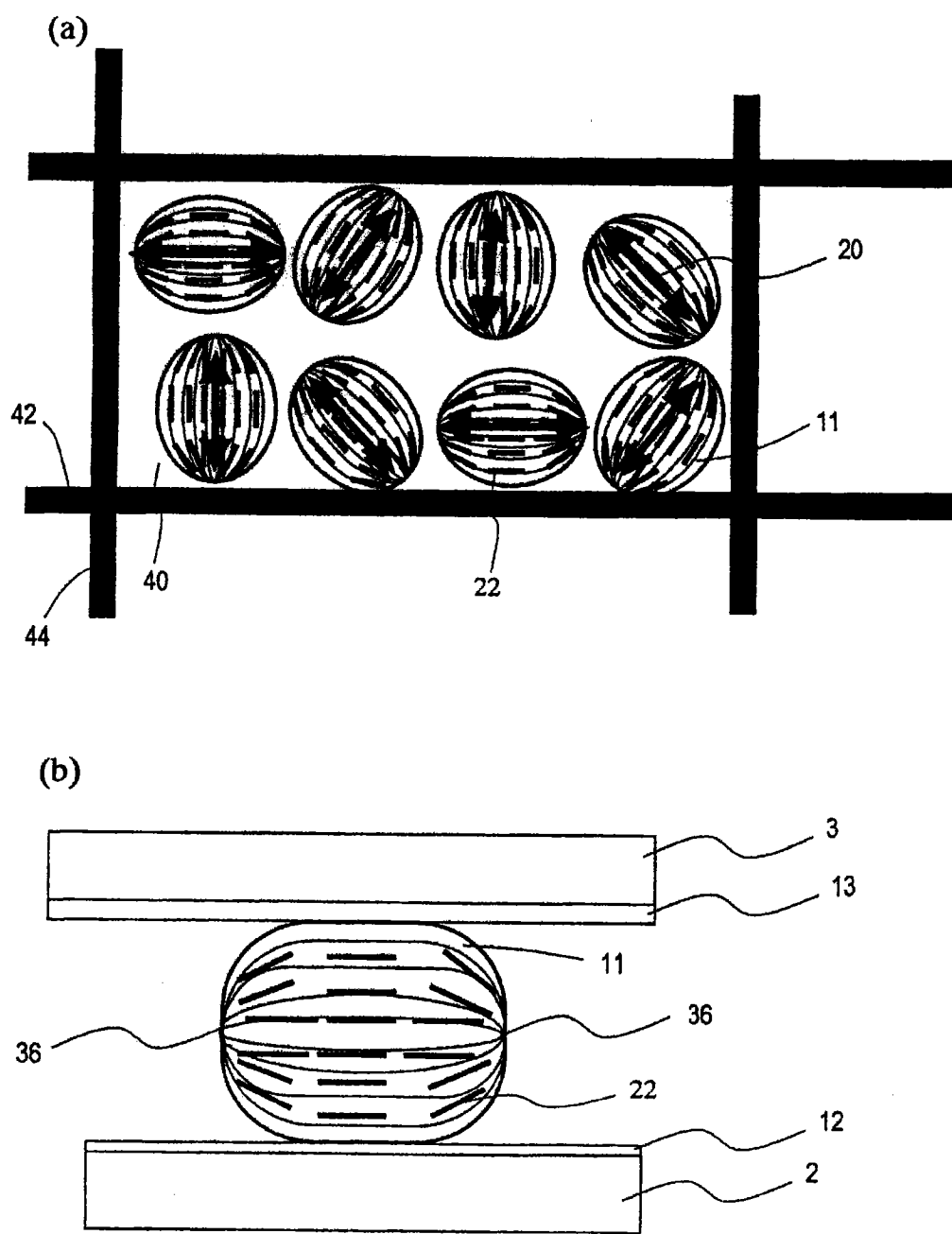


图 4

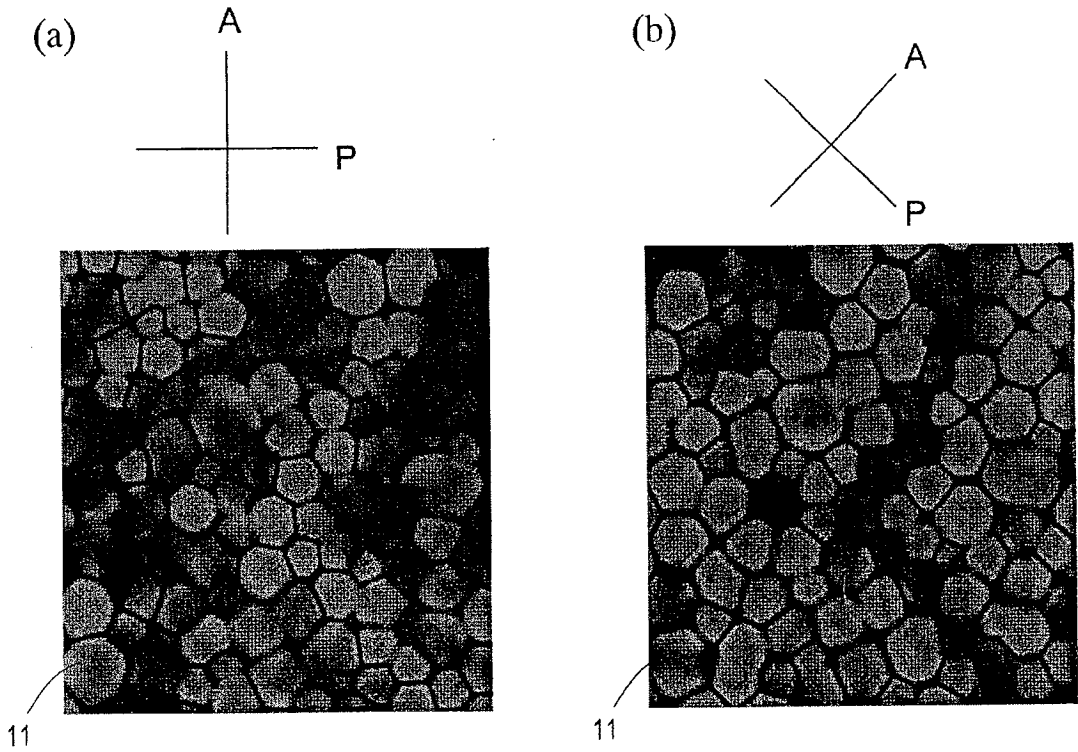


图 5

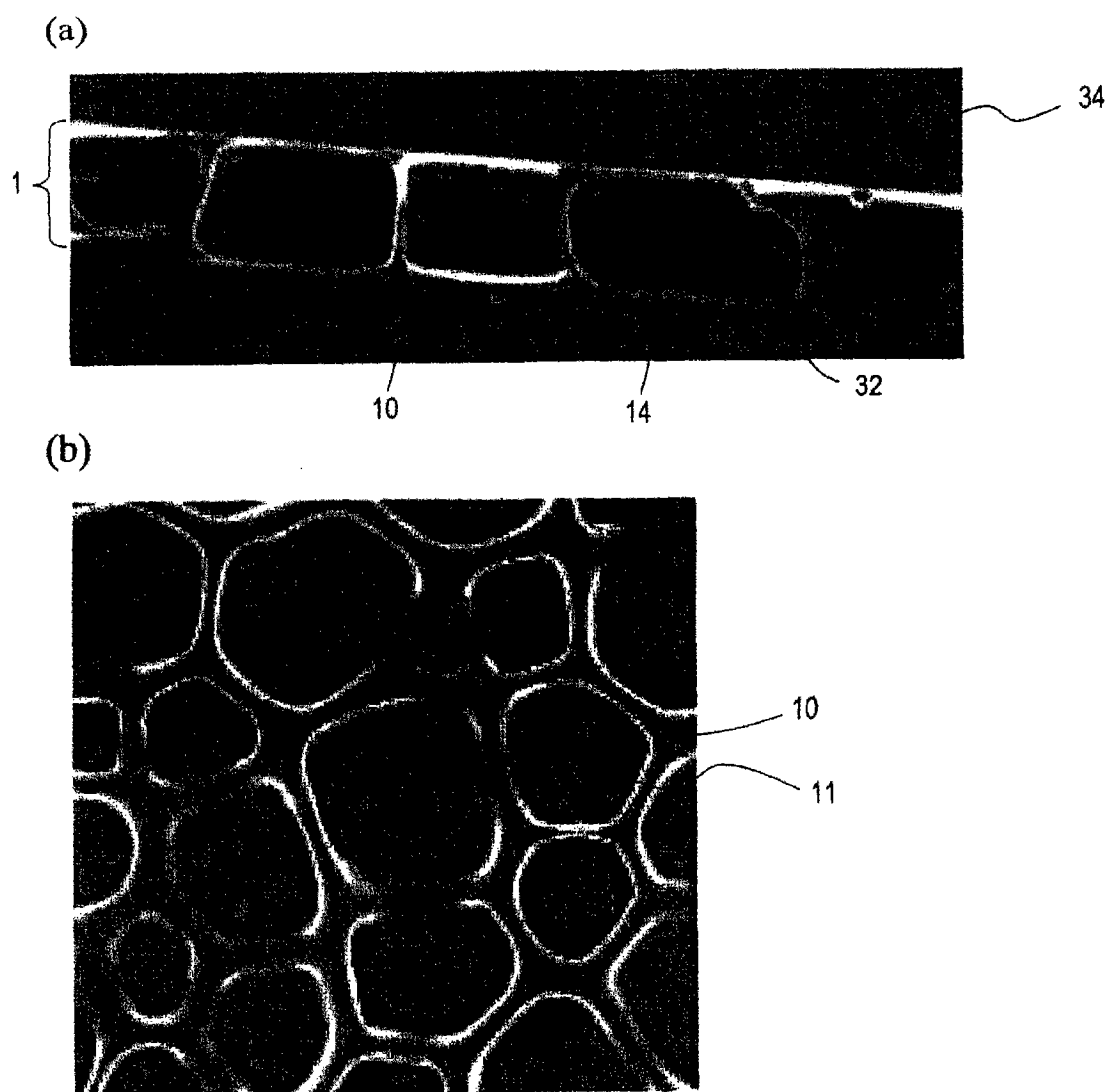


图 6

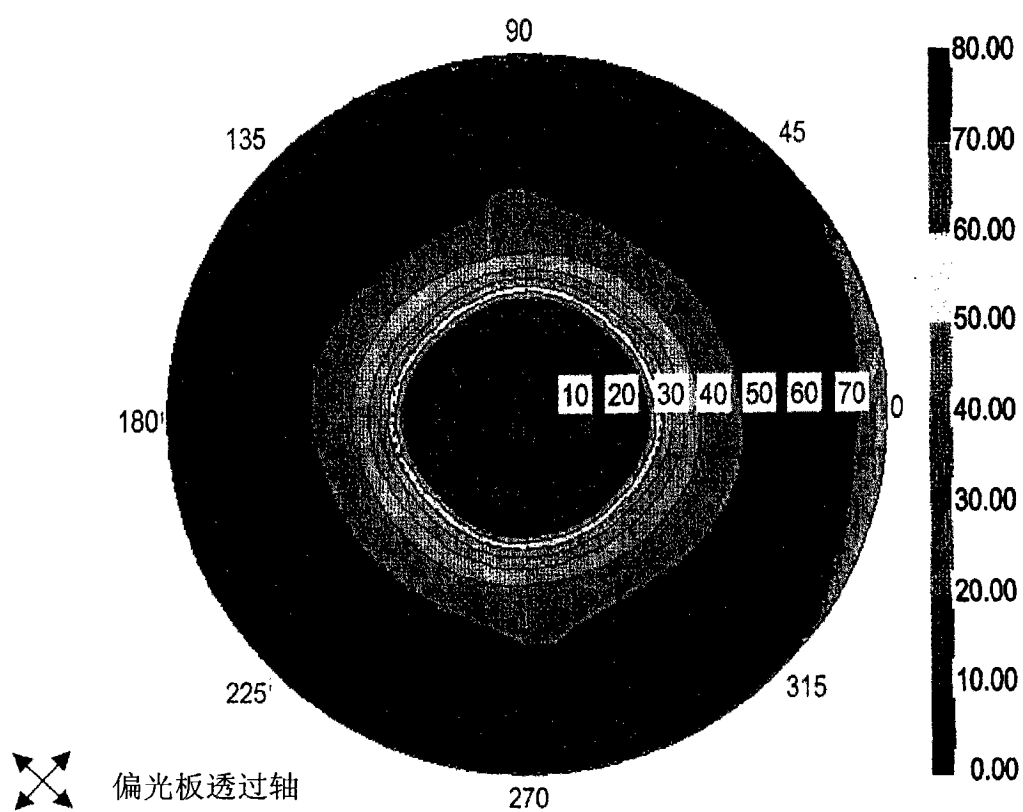


图 7

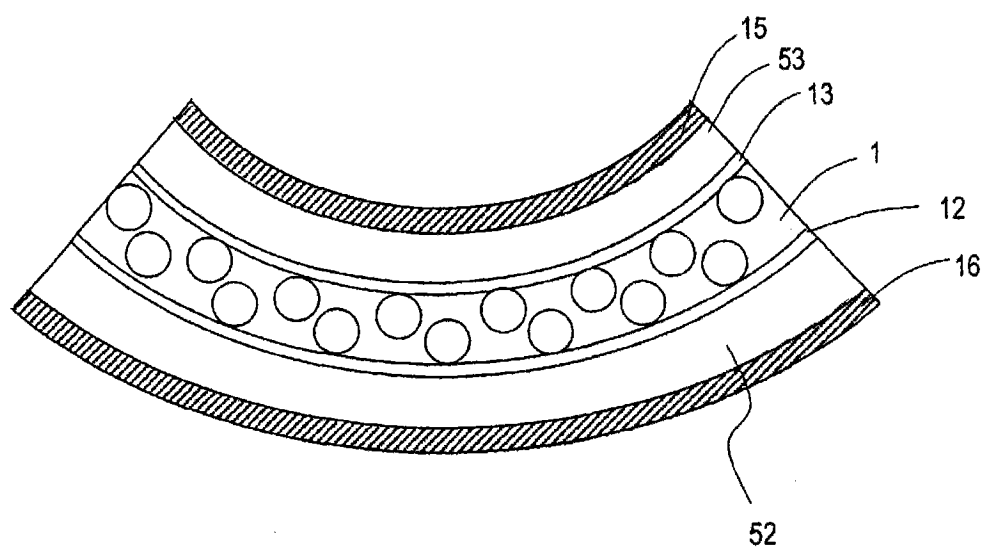


图 8

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101878446B	公开(公告)日	2013-03-06
申请号	CN200880117996.7	申请日	2008-10-28
[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	浅冈康 箕浦洁 佐藤英次 藤原小百合		
发明人	浅冈康 箕浦洁 佐藤英次 藤原小百合		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1334		
CPC分类号	G02F1/1334 G02F2001/133541 G02F2001/133765 G02F1/133528 G02F1/133305 G02F2203/66 G02F1/133711		
审查员(译)	彭志红		
优先权	2007311391 2007-11-30 JP		
其他公开文献	CN101878446A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示装置。液晶显示装置(100)具备：液晶层(1)；前面基板(3)和背面基板(2)，其将液晶层(1)保持在它们之间；一对电极(4)、(8)，其夹持液晶层(1)而配置，并对液晶层(1)施加电压；圆偏光板(15)、(16)，其分别配置在前面基板(3)的前面侧和背面基板(2)的背面侧；第一取向膜和第二取向膜(13)、(12)，其分别形成在液晶层(1)与前面基板(3)和背面基板(2)之间，液晶层(1)在各个像素中具有：连续的壁(10)；由壁(10)分离的多个小室(14)；和分别在多个小室(14)中的任意1个中形成的多个液晶区域(11)。多个液晶区域(11)具有第一液晶区域和第二液晶区域，该第一液晶区域和第二液晶区域在与液晶层(1)平行的面内具有指向矢(20)，第一液晶区域和第二液晶区域的指向矢(20)指向相互不同的方向。

