

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780007388.6

[51] Int. Cl.

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1333 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)

[43] 公开日 2009 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 101395525A

[22] 申请日 2007.2.20

[21] 申请号 200780007388.6

[30] 优先权

[32] 2006.3.23 [33] JP [31] 081302/2006

[86] 国际申请 PCT/JP2007/053037 2007.2.20

[87] 国际公布 WO2007/108268 日 2007.9.27

[85] 进入国家阶段日期 2008.9.1

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 齐藤全亮 松本俊宽 冈崎敢

藤冈和巧 小川胜也 园田通

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 侯颖嫒

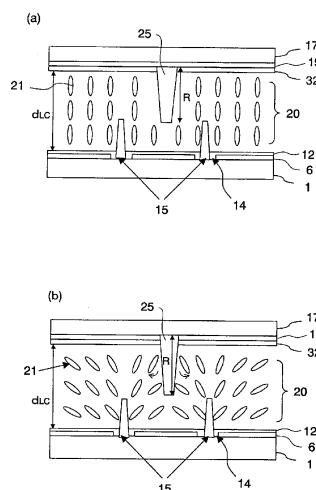
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 9 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中，能够防止按压面板表面时的显示不均的残留，从而实现高质量的显示。本发明的液晶显示装置具有第 1 基板、与第 1 基板对向设置的第 2 基板、以及设置在它们之间的垂直取向型的液晶层。本发明的液晶显示装置还具有在第 1 基板的液晶层一侧规则配置的壁状结构体，液晶层在施加了规定电压时，在被壁状结构体实质上包围的区域内形成获得放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区。第 2 基板在与液晶聚集微区相对应的区域，具有向液晶层一侧突出的凸起部分，液晶层含有手性试剂。液晶层的厚度 d_{LC} 、液晶层的自然手性间距 p 及从凸起部分的中心到壁状结构体的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的



1. 一种液晶显示装置，

具有：

第 1 基板、

与所述第 1 基板对向设置的第 2 基板、以及

设置在所述第 1 基板与所述第 2 基板之间的垂直取向型的液晶层，

还具备多个像素，这些像素分别包含：形成于所述第 1 基板上的第 1 电极、形成于所述第 2 基板上的第 2 电极、以及设置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间的所述液晶层，

还具有在所述第 1 基板的所述液晶层一侧规则配置的壁状结构体，

所述液晶层在施加了规定电压时，在被所述壁状结构体实质上包围的区域内形成处于放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区，

其特征在于，

所述第 2 基板在与所述液晶聚集微区相对应的区域，具有向所述液晶层一侧突出的凸起部分，

所述液晶层含有手性试剂，

所述液晶层的厚度 d_{lc} 、所述液晶层的自然手性间距 p 及从所述凸起部分的中心到所述壁状结构体的距离 d_{rw} 满足 $d_{rw} > p$ 及 $d_{lc}/p \geq 0.15$ 的关系。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置；其特征在于，所述液晶层的厚度 d_{lc} 及所述凸起部分的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{lc} < 1$ 的关系。

3. 一种液晶显示装置，

具有：

第 1 基板、

与所述第 1 基板对向配置的第 2 基板、以及

设置在所述第 1 基板与所述第 2 基板之间的垂直取向型的液晶层，

还具备多个像素，这些像素分别包含：形成于所述第 1 基板上的第 1 电极、形成于所述第 2 基板上的第 2 电极、以及设置在所述第 1 电极与所述第 2 电极之间的所述液晶层，

还具有在所述第1基板的所述液晶层一侧规则配置的壁状结构体，

所述液晶层在施加了规定电压时，在被所述壁状结构体实质上包围的区域内形成处于放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区，

其特征在于，

所述第2基板在与所述液晶聚集微区相对应的区域，具有向所述液晶层一侧突出的凸起部分，

所述液晶层的厚度 d_{lc} 及所述凸起部分的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{lc} < 1$ 的关系。

4. 如权利要求1~3的任一项所述的液晶显示装置，其特征在于，所述第1电极具有在规定位置形成的多个开口部或切口部。

5. 如权利要求1~4的任一项所述的液晶显示装置，其特征在于，所述凸起部分设置在与所述液晶聚集微区的近似中心相对应的区域。

6. 如权利要求1~5的任一项所述的液晶显示装置，其特征在于，所述多个像素分别具有以透射模式进行显示的透射区域、以及以反射模式进行显示的反射区域。

液晶显示装置

技术领域

本发明涉及液晶显示装置，尤其涉及适用于便携式信息终端（例如 PDA）、手机、车载用液晶显示器、数码相机、个人计算机、娱乐设备、电视机等的液晶显示装置。

背景技术

近年来，液晶显示装置利用其薄型和低功耗的特点，广泛应用于笔记本电脑、手机、电子记事本等的信息设备、或具备液晶监视器的摄录一体型 VTR 等。

作为能够实现高对比度化和宽视角化的显示模式，利用垂直取向型液晶层的垂直取向模式正引人注目。垂直取向型液晶层一般采用介电各向异性为负的液晶材料与垂直取向膜形成。

例如，专利文献 1 中揭示了一种液晶显示装置，该液晶显示装置在通过液晶层与像素电极对向的对向电极上设置的开口部的周边产生斜向电场，以开口部内处于垂直取向状态的液晶分子为中心，使周围的液晶分子倾斜取向，从而改善视角特性。

但是，在专利文献 1 所述的结构中，难以在像素内的整个区域形成斜向电场，其结果产生的问题是，在像素内产生液晶分子对电压的响应滞后的区域，出现残像现象。

为了解决该问题，专利文献 2 揭示了一种技术，通过对像素电极或对向电极设置规则排列的开口部，在像素内形成呈放射状倾斜取向的多个液晶聚集微区（liquid crystal domain）。

还有，在专利文献 3 中揭示了一种技术，通过在像素内规则地设置多个凸起部分，从而以凸起部分为中心形成呈放射状倾斜取向的液晶聚集微区。

而且，在专利文献 4 中揭示了一种方法，由在一块基板上设置的取向限制结构而形成的液晶聚集微区的放射状倾斜取向，利用在另一块基板上形成的凸

起部分的取向限制力而使其稳定。

另一方面,近年来,提出了无论是在室外还是室内都能够进行高质量显示的液晶显示装置(例如专利文献5及6),用于手机或PDA、便携式游戏机等移动用途的电子设备。该液晶显示装置被称为半透射型(或透射反射两用型)液晶显示装置,像素内具有以反射模式进行显示的反射区域、以及以透射模式进行显示的透射区域。

现在市售的半透射型液晶显示装置是利用ECB模式或TN模式等,而上述专利文献3中,不仅揭示了垂直取向模式适用于透射型液晶显示装置的结构,还揭示了适用于半透射型液晶显示装置的结构。

专利文献1:日本专利特开平6-301036号公报

专利文献2:日本专利特开2000-47217号公报

专利文献3:日本专利特开2003-167253号公报

专利文献4:日本专利特开2003-315803号公报

专利文献5:日本专利特许第2955277号公报

专利文献6:美国专利第6195140号说明书

发明内容

如上所述,若采用专利文献4所揭示的方法,则能够利用凸起部分的取向限制力,稳定液晶聚集微区的放射状倾斜取向。但是,本申请发明者经过详细研究,认为仅单纯地设置凸起部分,有时并不能充分稳定放射状倾斜取向。具体来说,若用手指按压面板表面,则有时液晶分子的取向散乱,产生显示不均,而且该显示不均在长时间内无法消除。

在移动用途的电子设备中,由于按压面板表面的机会很多,因此上述显示不均的残留是很严重的问题。另外,显示不均的残留在车载用的液晶显示装置中也成为大问题。为了消除显示不均,必须暂时使对液晶层的施加电压为零,促使液晶分子再取向,但车载用的液晶显示装置必须进行经常显示,因此不能进行那样的操作。

本发明是鉴于上述各点而提出的,其目的在于,在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中,防止按压面板表面时的

显示不均的残留，从而实现高质量的显示。

本发明的液晶显示装置具有第1基板、与前述第1基板对向设置的第2基板、以及设置在前述第1基板与前述第2基板之间的垂直取向型的液晶层，具备多个像素，分别包含形成于前述第1基板上的第1电极、形成于前述第2基板上的第2电极、以及设置在前述第1电极与前述第2电极之间的前述液晶层，具有在前述第1基板的前述液晶层一侧规则配置的壁状结构体，前述液晶层在施加了规定电压时，在被前述壁状结构体实质上包围的区域内形成获得放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区，在该液晶显示装置中，前述第2基板在与前述液晶聚集微区相对应的区域具有向前述液晶层一侧突出的凸起部分，前述液晶层含有手性试剂(chiral agent)，前述液晶层的厚度 d_{LC} 、前述液晶层的自然手性间距(natural chiral pitch) p 及从前述凸起部分的中心到前述壁状结构体的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系，据此达到上述目的。

在某理想的实施形态中，前述液晶层的厚度 d_{LC} 及前述凸起部分的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系。

或者，本发明的液晶显示装置具有第1基板、与前述第1基板对向配置的第2基板、以及设置在前述第1基板与前述第2基板之间的垂直取向型的液晶层，具备多个像素，分别包含形成于前述第1基板上的第1电极、形成于前述第2基板上的第2电极、以及设置在前述第1电极与前述第2电极之间的前述液晶层，具有在前述第1基板的前述液晶层一侧规则配置的壁状结构体，前述液晶层在施加了规定电压时，在被前述壁状结构体实质上包围的区域内形成获得放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区，在该液晶显示装置中，前述第2基板在与前述液晶聚集微区相对应的区域具有向前述液晶层一侧突出的凸起部分，前述液晶层的厚度 d_{LC} 及前述凸起部分的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系，据此达到上述目的。

在某理想的实施形态中，前述第1电极具有在规定位置形成的多个开口部或切口部。

在某理想的实施形态中，前述凸起部分设置在与前述液晶聚集微区的近中心相对应的区域。

在某理想的实施形态中，前述多个像素分别具有以透射模式进行显示的透

射区域、以及以反射模式进行显示的反射区域。

根据本发明的液晶显示装置，具有在通过垂直取向型液晶层对向的一对基板中的一个基板的液晶层一侧规则配置的壁状结构体，利用该壁状结构体的倾斜侧面的锚固作用（取向限制力），规定液晶分子的倾斜方向。其结果为，对液晶层施加了规定电压（阈值以上的电压）时，在被壁状结构体实质性包围的区域内，形成获得放射状倾斜取向状态的液晶聚集微区。另外，对另一个基板，在与液晶聚集微区相对应的区域上设置向液晶层一侧突出的凸起部分，利用该凸起部分的取向限制力，使液晶聚集微区的放射状倾斜取向稳定。

根据本发明的第1方面，则液晶层为手性试剂液晶层的厚度 d_{LC} 、液晶层的自然手性间距 p 及从凸起部分的中心到壁状结构体的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系。亦即设定为，液晶层的自然手性间距 p 小于从凸起部分的中心到壁状结构体的距离 d_{RW} ，相对于液晶层的厚度 d_{LC} 也不过于大（具体来说，为 $1/0.15$ 倍以下）。这样，通过使自然手性间距 p 为规定大小以下，在像素内容易发现液晶分子的扭曲结构，因此即使按压面板表面而产生取向散乱，也容易引起液晶分子的再取向，能够迅速消除显示不均。

另外，根据本发明的第2方面，则液晶层的厚度 d_{LC} 及凸起部分的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系。亦即凸起部分的高度 R 设定为液晶层的厚度 d_{LC} 的一半以上。这样，通过使凸起部分的高度 R 为规定大小以上，凸起部分的取向限制力（因凸起部分表面的锚固作用而产生的）增大，因此即使按压面板表面而使取向产生散乱，也容易引起液晶分子的再取向，能够轻易地消除显示不均。

如上所述，根据本发明，在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中，能够防止按压面板表面时显示不均的残留，从而实现高质量的显示。

附图说明

图1为说明本发明理想实施形态中的液晶显示装置的工作原理用的概略图，（a）表示没有施加电压时，（b）表示施加电压时。

图2为说明本发明的实施形态的液晶显示装置的工作原理的概略图，是表

示施加电压时液晶分子的取向状态的平面图。

图3(a)至(c)为说明本发明理想实施形态中的液晶显示装置的切口部13及壁结构体15的理想结构用的图。

图4为说明本发明理想实施形态中的液晶显示装置的工作原理用的概略图，(a)表示没有施加电压时，(b)表示施加电压时。

图5为表示本发明理想实施形态中的液晶显示装置的子像素内的液晶分子的取向的示意图，(a)表示没有施加电压时，(b)表示刚施加电压之后，(c)表示施加电压后经过了足够的时间的状态。

图6(a)及(b)为表示对含有手性试剂的液晶层施加了电压时的正常取向状态的示意图及显微镜照片。

图7(a)及(b)为表示对含有手性试剂的液晶层施加了电压时的异常(按压面板表面时的)取向状态的示意图及显微镜照片。

图8(a)及(b)为表示对含有手性试剂的液晶层施加了电压时的异常(按压面板表面时的)取向状态的示意图及显微镜照片。

图9(a)及(b)为表示对含有手性试剂的液晶层施加了电压时的异常的(按压面板表面时的)取向状态的示意图及显微镜照片。

图10为表示本发明理想实施形态中的液晶显示装置的示意图，(a)表示没有施加电压时，(b)表示施加电压时。

图11为表示本发明理想实施形态中的透射型液晶显示装置100的一个像素的结构的示意图，(a)为平面图，(b)为沿(a)中的11B-11B'线的剖面图。

图12为表示本发明理想实施形态中的透射反射两用型液晶显示装置200的一个像素的结构的示意图，(a)为平面图，(b)为沿(a)中的12B-12B'线的剖面图。

标号说明

1 透明基板(TFT基板)

6 像素电极

12、32 垂直取向膜

-
- 13 切口部
 - 14 开口部
 - 15 壁状结构体
 - 17 透明基板（对向（CF）基板）
 - 19 对向电极
 - 20 液晶层
 - 21 液晶分子
 - 25 凸起部分
 - 100 透射型液晶显示装置
 - 110a 有源矩阵基板
 - 110b 对向基板（彩色滤光片基板）
 - 111 像素电极
 - 113 切口部
 - 115 壁状结构体
 - 130 彩色滤光片层
 - 131 对向电极
 - 133 支撑体
 - 200 透射反射两用型液晶显示装置
 - 210a 有源矩阵基板
 - 210b 对向基板（彩色滤光片基板）
 - 211 像素电极
 - 213 切口部
 - 215 壁状结构体
 - 225 凸起部分
 - 230 彩色滤光片层
 - 231 对向电极
 - 232 遮光层（黑矩阵）
 - 233 支撑体
 - 234 透明介质层（反射部高低差）

具体实施方式

以下，一面参照附图，一面说明本发明的实施形态。另外，本发明不限于以下的实施形态。

首先，一面参照图1及图2，一面说明本实施形态的液晶显示装置中形成放射状倾斜取向的机理。

图1为说明由像素电极6上所设置的开口部14及壁状结构体15产生的取向限制力的作用的图，图1(a)表示没有施加电压时的液晶分子的取向状态的示意图，图1(b)表示施加电压时的液晶分子的取向状态的示意图。另外，图1(b)所示的状态是显示中间调的状态，图2为从基板法线方向看中间调显示状态的液晶分子的取向状态的图(平面图)。

图1所示的液晶显示装置在透明基板1上依次具有：有开口部14的像素电极6、以及垂直取向膜12。在另一个透明基板17上，依次形成对向电极19、以及垂直取向膜32。设置在两块基板间的液晶层20包含具有负的介电各向异性的液晶分子21。

如图1(a)所示，在没有施加电压时，液晶分子21因垂直取向膜12及32的取向限制力的作用，而对基板表面近似垂直地取向。另外，典型的是垂直取向膜12是覆盖壁状结构体15而形成的，在壁状结构体15的倾斜的侧面附近液晶分子21对侧面近似垂直地取向，但为简单起见，在图中省略。这里，如图2所示，设置4个配置矩形部分的开口部14，使其构成十字，壁状结构体15在开口部14内与矩形部分平行设置，其配置使得其取向限制力的方向(液晶分子倾斜方向)与由开口部14生成的斜向电场形成的取向限制力的方向一致。

施加电压时，如图1(b)所示，由于具有负的介电各向异性的液晶分子21倾斜，使其分子长轴垂直于电力线，因此利用在开口部14的周边形成的斜向电场，可以规定液晶分子21的倒向方向。如图2所示，若设置十字的开口部14及壁状结构体15，则在被开口部14及壁状结构体15实质上包围的区域内形成放射状倾斜取向的液晶聚集微区。

由于在该液晶聚集微区内液晶分子21几乎沿全方位(基板面内的全部方

位)取向,因此本实施形态中的液晶显示装置有优异的视角特性。这里,所谓放射状倾斜取向,是与轴对称取向的意义相同,液晶分子21在放射状倾斜取向的中心(轴对称取向的中心轴)的周围不形成向错线(disclination line)而连续地取向,液晶分子21的长轴呈放射状(radial)或同心圆状(tangential)、螺旋状取向。另外,无论在什么情况下,液晶分子21的长轴具有从取向的中心呈放射状倾斜的分量(平行于斜向电场的分量)。

这里,说明了与壁状结构体15同时设置开口部14的例子,但即使省略开口部14,利用壁状结构体15的倾斜侧面的锚固作用(取向限制力),也能规定液晶分子21在施加电压时的倾斜方向,其结果是在施加了阈值以上的电压时,在被壁状结构体15实质上包围的区域内稳定地形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区。

如例所示,若与壁状结构体15同时设置开口部14,则在施加电压时由在开口部14的周边形成的斜向电场所产生的取向限制力,与由壁状结构体15所产生的取向限制力共同规定液晶分子21的倾斜方向,因此能够进一步稳定放射状倾斜取向。另外,由斜向电场产生的取向限制力若电压低则减弱,与之相反,由壁状结构体15产生的取向限制力与电压无关,因此即使在中间调显示状态下也能发挥取向限制力的作用,稳定地规定液晶分子21倾斜的方向。其结果是能够改善中间调显示的显示质量。

另外,壁状结构体15(或开口部14)的“实质上包围的区域”,只要是壁状结构体15(或开口部14)对该区域内的液晶分子21能够连续地作用取向限制力、有能够形成1个液晶聚集微区的区域即可,不需要壁状结构体15(或开口部14)物理上地完全包围该区域。即,如图2所示,也可以是相邻的壁状结构体15(或开口部14)之间断开,在其中形成1个液晶聚集微区。

另外,这里,说明了在开口部14的周围形成的斜向电场的作用,但即使在像素电极6的边缘部上形成的切口部(例如参照后述的图3的切口部13)的附近,也能同样地形成斜向电场,液晶分子21利用电场规定倾斜方向。

接着,一面参照图3(a)至(c),一面说明切口部13(或开口部14)及壁状结构体15的配置。图3(a)及(b)是表示在像素电极6的中心附近设置一对矩形状的切口部13时的壁状结构体15的配置例子的平面图。另外,以下

的说明中, 这里所示的切口部 13, 即使是像素电极 6 内形成的开口部 14 也是同样的。

施加电压时形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区的区域(有时也将形成 1 个液晶聚集微区的区域称为「子像素」。)如上所述, 由于其周围不需要全部被壁状结构体 15 包围, 因此也可以如图 3 (a) 的右侧所示, 壁状结构体 15 仅在切口部 13 (或开口部 14 内) 内形成, 也可以如图 3 (a) 的左侧所示, 延长设置壁状结构体 15, 使得与在切口部 13 内形成的壁状结构体 15 连接。即, 从基板法线方向看时, 壁状结构体 15 可以设置为看起来像虚线状, 也可以设置为看起来像实线状。

接着, 一面参照图 3 (b) 及 (c), 一面说明在矩形状的切口部 13 (或开口部 14) 内设置与之平行的壁状结构体 15 时的理想结构。

若设矩形状的切口部 13 的宽度为 EW (图 3 (b)), 壁状结构体 15 的宽度为 WW , 则最好是构成满足 $0.6EW < WW < 0.9EW$ 的关系而构成。 $WW < 0.6EW$ 时, 由壁状结构体 15 产生的取向限制力对液晶聚集微区的影响变小, 有时难以稳定液晶聚集微区。反之, $0.9EW < WW$ 时, 因制造工艺的校准误差, 有时会产生在切口部 13 内没有配置壁状结构体 15 的情况(校整不当)。

另外, 切口部宽度 EW 对于液晶层 20 的厚度 d_{LC} , 最好设定为 $1.8d_{LC} < EW < 2.5d_{LC}$ 。为了利用因施加电压而产生的斜向电场而使每个像素稳定取向, 最好使切口部宽度 EW 相对于液晶层的厚度 d_{LC} 要大, 使得不存在像素电极 6 的导电膜的区域中的等电位线充分畸变。

但是, 若使切口部 13 (或开口部 14) 的宽度 EW 过大, 则像素内有助于显示的部分减小, 施加电压时显示状态变化的区域减少, 因此不理想。另外, 若减小液晶层 20 的厚度 d_{LC} , 则每单位厚度的电场的变化量增大, 从而可以获得与增大切口部宽度 EW 的情况实质相同的效果。

即, 在某单元厚度(液晶层 20 的厚度)中, 为了对每个像素形成很好的放射状倾斜取向聚集微区, 而且尽可能增大有效开口率(实质有助于显示的面积与像素面积之比), 切口部宽度 EW 与液晶层 20 的厚度 d_{LC} 最好是满足 $1.8d_{LC} < EW < 2.5d_{LC}$ 的关系。当 $1.8d_{LC} > EW$ 时, 单位厚度边缘的电场变弱, 像素内的放射状倾斜取向不稳定, 有时放射状倾斜取向的中心位置会在多个像素间分

散。反之，当 $EW > 2.5d_{LC}$ 时，相对于适当的液晶层 20 的厚度切口部 13（或开口部 14）过大，其结果是有效开口率降低，因此不理想。

另外，壁状结构体 15 的高度 WH 对于液晶层 20 的厚度 d_{LC} ，最好设定为 $0.25d_{LC} < WH < 0.4d_{LC}$ 。当 $WH < 0.25d_{LC}$ 时，由壁状结构体 15 产生的取向限制力减弱，有时得不到稳定的取向状态。反之，当 $WH > 0.4d_{LC}$ 时，在基板 1 与基板 17 之间注入液晶材料时，像素电极 6 上规则配置的壁状结构体 15 将阻碍液晶注入，使得注入花费时间，或者产生注入不完全的区域。

在上述的例子中，是例示了与切口部 13 及/或开口部 14 相对应设置壁状结构体 15 的结构，但不限于此，也可以如图 3（b）所示，在包围像素电极 6 的区域设置壁状结构体 15。由于像素电极 6 的周边区域形成例如 TFT 或栅极信号布线、源极信号布线等，或在对向基板上形成黑矩阵，因此成为无助于显示的遮光区域。因而，在该区域形成的壁状结构体 15 对显示不会产生恶劣影响。

另外，壁状结构体 15 也可以是实质上包围形成一个液晶聚集微区的区域（子像素）而形成。若不在每个子像素上形成壁状结构体 15，则在电压低时，有时由切口部 13 或开口部 14 产生的取向限制力不充分，不能稳定维持液晶聚集微区的放射状倾斜取向的中心位置，而在多个像素间分散。

特别是，在透射反射两用型的液晶显示装置中，最好是至少在透射区域与反射区域之间设置开口部 14 或切口部 13，而且，最好是代替它们或者与此同时形成壁状结构体 15。在透射区域与反射区域之间没有形成壁状结构体 15 时，若施加电压低，则有时形成壁状结构体 15 的区域一侧的取向限制力比其它的要强，放射状倾斜取向的中心位置从透射区域或反射区域中的子像素的中心偏移。

至此，说明了在一个基板上设置的取向限制结构（壁状结构体、电极的开口部或切口部）的作用。本实施形态的液晶显示装置，还在另一个基板上具有向液晶层一侧突出的凸起部分，从通过液晶层对向的上下基板的双方来限制液晶分子的取向，因此能进一步稳定放射状倾斜取向。以下，一面参照附图，一面说明凸起部分的作用。

本实施形态的液晶显示装置如图 4（a）所示，在与设置壁状结构体 15 的基板 1 对向的基板 17 上还具有凸起部分（介质结构体）25。因此，利用向液

晶层 20 的一侧突出的该凸起部分 25 的倾斜侧面的取向限制力（锚固作用），使液晶分子 21 的放射状倾斜取向进一步稳定。另外，图 4（a）中是加以简化而图示的，但典型的是形成垂直取向膜 32 以覆盖凸起部分 25。

由图 4（b）可知，由设置在上侧基板 17 的凸起部分 25 产生的取向限制力作用，使得液晶分子 21 沿着与由设置在下侧基板 1 的取向限制结构（壁状结构体 15 或电极 6 的开口部 14、切口部 13）产生的取向限制力相同方向取向，因此使子像素内的液晶分子 21 的放射状倾斜取向进一步稳定。另外，由于以设置在子像素的近似中心的凸起部分 25 为中心形成放射状倾斜取向（换句话说，凸起部分 25 设置在与液晶聚集微区的近似中心相对应的区域），因此使放射状倾斜取向的中心被固定在凸起部分 25 的附近。

这样，利用设置在一块基板上的取向限制结构（壁状结构体或电极的开口部、切口部）主要限制子像素周边的液晶分子的取向方向，利用设置在另一块基板的取向限制结构（凸起部分）限制子像素近似中心部分的液晶分子的取向，从而能够使放射状倾斜取向稳定。因此，能够缩短中间调显示的响应时间，或者能够缩短消除按压面板表面时的取向散乱的时间。一面参照图 5（a）至（c），一面说明其理由。

图 5（a）至（c）是表示本实施形态的液晶显示装置的子像素内的液晶分子取向的示意图，（a）表示没有施加电压时，（b）表示刚施加电压之后，（c）表示施加电压后经过了足够的时间的状态。

如图 5（a）所示，在没有施加电压状态下，液晶分子 21 与基板面近似垂直地取向。另外，凸起部分 25 的倾斜侧面附近的液晶分子 21，为了与倾斜侧面垂直取向而倾斜（预倾斜），但图中忽略。

一旦施加电压，如图 5（b）所示，从受到设置在子像素周围的取向限制结构的取向限制力的子像素周围的液晶分子 21、及受到凸起部分 25 的取向限制力的中心附近的液晶分子 21 开始倾斜。

然后，随着时间经过，存在于设置在子像素周围的取向限制结构与凸起部分 25 之间的液晶分子 21 连续地进行取向，形成图 5（c）所示的液晶聚集微区。

这样，通过在子像素的近似中心设置凸起部分 25，从凸起部分 25 的附近与子像素周边的取向限制结构的双方来进行液晶分子的取向限制，因此能够获

得中间调显示状态的响应时间缩短的效果、以及对面板按压的复原力增大的效果。

本申请发明者改变各种单元参数，制作具有上述基本结构的液晶显示装置，对按压面板表面时的显示不均的残留进行了评价。其结果可知，若液晶层 20 的厚度 d_{LC} 、液晶层 20 的自然手性间距 p 及从凸起部分 25 的中心到壁状结构体 15 的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系，则在按压面板表面、取向产生散乱时，容易引起液晶分子的再取向，能够在短时间内消除显示不均。以下，具体说明该见解。

当液晶层 20 含有手性试剂时，液晶聚集微区内的液晶分子 21 如图 6 (a) 所示的示意图及图 6 (b) 所示的显微镜照片，形成扭曲的取向结构（螺旋状的放射状倾斜取向）。在正常的取向状态下，如图 6 (a) 所示，液晶分子 21 以凸起部分 25 作为中心近似呈点对称取向。

对此，若按压面板表面，则如图 7、图 8 及图 9 所示，取向发生散乱，成为歪斜的取向状态。而且，每个像素的取向状态不同的结果，是使得像素间的取向变成不连续，产生显示不均。

在本实施形态的液晶显示装置中，液晶层 20 的厚度 d_{LC} 、液晶层 20 的自然手性间距 p 及从凸起部分 25 的中心到壁状结构体 15 的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系。即设定为，液晶层 20 的自然手性间距 p 小于从凸起部分 25 的中心到壁状结构体 15 的距离（最短距离） d_{RW} （参照图 6 (a)），相对于液晶层 20 的厚度 d_{LC} 也不过大（具体来说，为 $1/0.15$ 倍以下）。这样，若使自然手性间距 p 为特定的大小以下，则在像素内容易发现液晶分子 21 的扭曲结构，因此即使按压面板表面而产生取向散乱，也容易引起液晶分子 21 的再取向，能够在短时间内消除显示不均。另外，由于放射状倾斜取向的稳定性提高，容易维持正常的取向，因此也能够抑制显示不均的产生。

表 1 中表示使液晶层 20 的厚度 d_{LC} 、液晶层 20 的自然手性间距 p 及从凸起部分 25 的中心到壁状结构体 15 的距离 d_{RW} 实际变化，验证显示不均的残留的结果的一部分。另外，表 1 所示的数据是中间调显示状态（光透射率 20%）的验证结果。

[表 1]

显示状态	中间调:透射率 20%					
从凸起部分的中心到壁状结构体的距离 d_{RW}	35 μ m					
自然手性间距 p	20 μ m		40 μ m		60 μ m	
液晶层的厚度 d_{LC}	3.4 μ m	4 μ m	3.4 μ m	4 μ m	3.4 μ m	4 μ m
d_{LC}/p	0.17	0.20	0.085	0.10	0.056	0.067
从按压到显示不均被消除的时间	4~7sec	5~7sec	未被消除	未被消除	未被消除	未被消除

在表 1 所示的例子中，自然手性间距 p 为 20 μ m 时，满足 $d_{RW}>p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系，能够在短时间内消除按压面板表面时产生的显示不均。与此相反，自然手性间距 p 为 40 μ m 时或 60 μ m 时，不能满足 $d_{RW}>p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系，不能消除显示不均。

至此，说明了液晶层 20 的厚度 d_{LC} 、液晶层 20 的自然手性间距 p 及从凸起部分 25 的中心到壁状结构体 15 的距离 d_{RW} 的理想关系。接着说明液晶层 20 的厚度 d_{LC} 与凸起部分 25 的高度 R 的理想关系。

具体来说，如图 10 所示，液晶层 20 的厚度 d_{LC} 及凸起部分 25 的高度 R 最好是满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系（即，设定凸起部分 25 的高度 R 为液晶层 20 的厚度 d_{LC} 的一半以上）。这样，通过使凸起部分 25 的高度 R 为特定的大小以上，凸起部分 25 的取向限制力（因凸起部分 25 的表面的锚固作用而产生的）增大，因此即使按压面板表面而产生取向散乱，也容易引起液晶分子 21 的再取向，能够容易地消除显示不均。另外，由于放射状倾斜取向的稳定性提高，容易维持正常的取向，因此也能够抑制显示不均的产生。

表 2 中表示使液晶层 20 的厚度 d_{LC} 及凸起部分 25 的高度 R 实际变化，验证显示不均的残留的结果的一部分。另外，表 2 所示的数据是中间调显示状态（光透射率 10%）的验证结果。

[表 2]

显示状态	中间调:透射率 10%		
液晶层的厚度 d_{LC}	$3.4\mu m$		
凸起部分的高度 R	$1.1\mu m$	$1.3\mu m$	$1.9\mu m$
R/d_{LC}	0.32	0.38	0.56
从按压到显示不均被消除的时间	未被消除	未被消除	70~90sec

在表 2 所示的例子中，当凸起部分 25 的高度 R 为 $1.9\mu m$ 时，满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系，能够消除按压面板表面时产生的显示不均。与此相反，当凸起部分 25 的高度 R 为 $1.1\mu m$ 时或 $1.3\mu m$ 时，不能满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系，不能消除显示不均。

如上所述，根据本发明，在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中，能够防止按压面板表面时的显示不均的残留，实现高质量的显示。

接着，说明本实施形态中的液晶显示装置的更具体的结构的例子。

图 11 中表示本实施形态中的透射型液晶显示装置 100 的示意图。图 11(a) 是表示透射型液晶显示装置 100 的一个像素的结构示意平面图，图 11(b) 为沿图 11(a) 中的 11B-11B' 线的剖面图。

液晶显示装置 100 具有透明基板（例如玻璃基板）110a、与透明基板 110a 对向设置的透明基板 110b、以及设置在透明基板 110a 及 110b 之间的垂直取向型的液晶层 120。在与基板 110a 及 110b 上的液晶层 120 接触的面上设置垂直取向膜（未图示），在没有施加电压时，液晶层 120 的液晶分子相对于垂直取向膜的表面近似垂直取向。液晶层 120 含有介电各向异性为负的向列型液晶材料，还含有手性试剂。

液晶显示装置 100 具有形成于透明基板 110a 上的像素电极 111、以及形成于透明基板 110b 上的对向电极 131，由像素电极 111 与对向电极 131 及设置在它们之间的液晶层 120 规定像素。这里，像素电极 111 及对向电极 131 都是用透明导电层（例如 ITO 层）形成。另外，典型的是在透明基板 110b 的液晶层 120 一侧形成与像素对应设置的彩色滤光片 130（有时也将多个彩色滤光片汇

总, 将其整体称为彩色滤光片层 130)、和在相邻的彩色滤光片 130 之间即相邻的像素之间设置的黑矩阵(遮光层) 132, 在它们之上形成对向电极 131, 但也可以在对向电极 131 上(液晶层 120 一侧)形成彩色滤光片层 130 和黑矩阵 132。

这里, 像素电极 111 具有在规定位置形成的 2 个切口部 113。另外, 在透明基板 110a 的液晶层 120 的一侧设置壁状结构体 115, 壁状结构体 115 包含包围像素电极 111 设置的壁部分及在矩形状的切口部 113 内与之平行设置的壁部分、以及连接它们而延伸设置的壁部分。

若对液晶层 120 施加规定的电压, 则在被壁状结构体 115 包围的区域内分别形成呈放射状倾斜取向的 2 个液晶聚集微区。这里例示的壁状结构体 115 是作为连续的壁而设置的, 但不限于此, 也可以分断为多个壁。由于该壁状结构体 115 起到规定液晶聚集微区的边界的作用, 因此最好具有一定程度的长度。例如, 在用多个壁构成壁状结构体时, 一个个壁的长度最好比相邻的壁之间的长度要长。

如果在遮光区域形成规定液晶层 120 的厚度(也称为单元间隔。) d_{lc} 用的支撑体 133, 则由于不会使显示质量降低, 因此较理想。支撑体 133 例如可以使用感光性树脂通过光刻工序形成。支撑体 133 可以在透明基板 110a 及 110b 的任一方向上形成, 如例所示, 不限于设置在遮光区域中所设置的壁状结构体 115 上的情况。在壁状结构体 115 上形成支撑体 133 时, 设定壁状结构体 115 的高度与支撑体 133 的高度之和为液晶层 120 的厚度。在没有形成壁状结构体 115 的区域上设置支撑体 133 的情况下, 设定支撑体 133 的高度为液晶层 120 的厚度。

另外, 在透明基板 110a 的液晶层 120 的一侧, 设置例如 TFT 等有源元件及与 TFT 连接的栅极布线以及源极布线等的电路要素(都未图示)。另外, 有时将透明基板 110a、形成于透明基板 110a 上的电路要素及上述像素电极 111、壁状结构体 115、支撑体 133 以及取向膜等汇总称为有源矩阵基板。另一方面, 有时将透明基板 110b 与形成于透明基板 110b 上的彩色滤光片层 130、黑矩阵 132、对向电极 131 以及取向膜等汇总称为对向基板或彩色滤光片基板。

另外, 在上述说明中虽省略了, 但液晶显示装置 100 还具有通过透明基板

110a 及 110b 互相对向配置的一对偏光板。一对偏光板典型地配置为使透射轴互相垂直。而且,也可以根据需要设置相位差板。

在上述的透射型液晶显示装置 100 中,通过设定使得液晶层 120 的厚度 d_{lc} 、液晶层 120 的自然手性间距 p 及从凸起部分 125 的中心到壁状结构体 115 的距离 d_{rw} 满足 $d_{rw} > p$ 及 $d_{lc}/p \geq 0.15$ 的关系,从而能够在短时间内消除按压面板表面时产生的显示不均。

另外,通过设定使得液晶层 120 的厚度 d_{lc} 及凸起部分 25 的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{lc} < 1$ 的关系,从而也能够容易地消除显示不均。

图 12 中表示本实施形态中的透射反射两用型液晶显示装置 200。图 12(a) 是表示透射反射两用型液晶显示装置 200 的一个像素的结构的示意平面图,图 12(b) 为沿图 12(a) 中的 12B-12B' 线的剖面图。

液晶显示装置 200 具有透明基板(例如玻璃基板) 210a、与透明基板 210a 对向而设置的透明基板 210b、以及设置在透明基板 210a 及 210b 之间的垂直取向型的液晶层 220。与两块基板 210a 及 210b 上的液晶层 220 接触的面上设置垂直取向膜(未图示),在没有施加电压时,液晶层 220 的液晶分子相对于垂直取向膜的表面近似垂直取向。液晶层 220 含有介电各向异性为负的向列型液晶材料,还含有手性试剂。

液晶显示装置 200 具有形成于透明基板 210a 上的像素电极 211、以及形成于透明基板 210b 上的对向电极 231,由设置在像素电极 111 与对向电极 131 之间的液晶层 220 规定像素。在透明基板 210a 上如后述那样形成 TFT 等的电路要素。有时将透明基板 210a 及其上形成的结构要素汇总称为有源矩阵基板 210a。

另外,典型的是在透明基板 210b 的液晶层 220 一侧形成与像素对应设置的彩色滤光片 230(有时也将多个彩色滤光片汇总,将其整体称为彩色滤光片层 230)、和在相邻的彩色滤光片 230 之间即相邻的像素之间设置的黑矩阵(遮光层) 232,在它们之上形成对向电极 231,但也可以在对向电极 231 上(液晶层 220 一侧)形成彩色滤光片层 230 和黑矩阵 232。有时将透明基板 210a 及其上形成的结构要素汇总称为对向基板(彩色滤光片基板) 基板 210b。

像素电极 211 具有由透明导电层(例如 ITO 层)形成的透明电极 211a、以

及由金属层（例如，Al 层、含 Al 的合金层、以及含有它们某一种的层积膜）形成的反射电极 211b。其结果是像素包含利用透明电极 211a 所规定的透射区域 A、以及利用反射电极 211b 规定的反射区域 B。透射区域 A 以透射模式进行显示，反射区域 B 以反射模式进行显示。

这里，像素电极 211 具有在规定位置形成的切口部 213。另外，在透明基板 210a 的液晶层 220 一侧，设置壁状结构体 215，壁状结构体 215 包含包围像素电极 211 设置的壁部分及在矩形状切口部 213 内与之平行设置的壁部分、以及连接它们而延伸设置的壁部分。

若对该液晶层施加规定的电压，则在被壁状结构体 215 包围的区域内分别形成呈放射状倾斜取向的 3 个液晶聚集微区。这里例示的壁状结构体 215 是作为连续的壁而设置的，但不限于此，也可以分断为多个壁。由于该壁状结构体 215 起到规定液晶聚集微区的边界的作用，因此最好具有一定程度的长度。例如，在用多个壁构成壁状结构体时，一个个壁的长度最好比相邻的壁之间的长度要长。

图 12 中所示的例子是，在透射区域 A 中形成 2 个液晶聚集微区，在反射区域 B 中形成 1 个液晶聚集微区，但不限于此。再者，一个个液晶聚集微区设定为近似正方形的形状，这从视角特性及取向稳定性的观点来看比较理想。

液晶显示装置 200 在相邻的像素间设置的遮光区域的透明基板 210a 上具有壁状结构体 215。这里例示的壁状结构体 215 是包围像素且作为连续的壁而设置的，但不限于此，也可以分断为多个壁。由于该壁状结构体 215 起到规定在液晶聚集微区的像素的外延附近形成的边界的作用，因此最好具有一定程度的长度。例如，在用多个壁构成壁状结构体 215 时，一个个壁的长度最好比相邻的壁之间的长度要长。

如果在遮光区域形成规定液晶层 220 的厚度（也称为单元间隔。） d_{lc} 用的支撑体 233，则由于不会使显示质量降低，因此较理想。支撑体 233 例如可以使用感光性树脂通过光刻工序来形成。支撑体 233 可以形成于透明基板 210a 及 210b 的任一方向上，如例所示，不限于设置在遮光区域中所设置的壁状结构体 215 上的情况。在壁状结构体 215 上形成支撑体 233 时，设定壁状结构体 215 的高度与支撑体 233 的高度之和为液晶层 220 的厚度。在没有形成壁状结构体

215 的区域内设置支撑体 233 时, 设定支撑体 233 的高度为液晶层 220 的厚度。

接着, 说明能够进行透射模式的显示和反射模式的显示的两种显示模式的透射反射两用型液晶显示装置 200 中所特有的理想结构。

在透射模式的显示中, 用于显示的光仅一次通过液晶层 220, 而与此相反, 在反射模式的显示中, 用于显示的光两次通过液晶层 220。因而, 如图 12 (b) 的示意图所示, 最好设定透射区域 A 的液晶层 220 的厚度 d_t 约为反射区域 B 的液晶层 220 的厚度 d_r 的 2 倍。通过这样的设定, 对于两种显示模式的光, 能够使得液晶层 220 产生的延迟近似相等。虽然最好是 $d_t=0.5d_r$, 但如果在 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ 的范围内, 也能够用两种显示模式实现很好的显示。当然根据用途不同, 也可以是 $d_t=d_r$ 。

在液晶显示装置 200 中, 为了使反射区域 B 的液晶层 220 的厚度 d_r 小于透射区域 A 的液晶层 220 的厚度 d_t , 仅在玻璃基板 210b 的反射区域 B 设置透明介质层 234。另外, 对向电极 231 如图所示, 最好设置为覆盖透明介质层 234 (即在液晶层 220 一侧)。

若采用这样在对向基板 210b 一侧设置透明介质层 234 的结构, 则不需要在反射电极 211b 的下方用绝缘膜等设置高低差, 因此可以获得能简化有源矩阵基板 210a 制造的优点。而且, 若在为了设置调整液晶层 220 的厚度用的高低差的绝缘膜上设置反射电极 211b, 则产生的问题是, 因覆盖绝缘膜的斜面(斜面部)的反射电极而遮住用于透射显示的光, 或者由于在绝缘膜的斜面形成的反射电极反射的光重复进行内部反射, 因此也不能有效用于反射显示, 但若采用上述结构, 则能够抑制这些问题的产生, 改善光的利用效率。另外, 不必在对向基板 210b 一侧设置高低差, 也可以在有源矩阵基板 210a 一侧设置高低差。

而且, 对该透明介质层 234 若采用具有使光散射的功能(漫反射功能)的材料, 则即使不对反射电极 211b 附加漫反射功能, 也能够实现很好的近似白纸的白显示。即使不对透明介质层 234 附加漫反射功能, 而通过使反射电极 211b 的表面附加凹凸形状, 也能够实现近似白纸的白显示, 但有时会因凹凸形状而使放射状倾斜取向的中心位置不稳定。对此, 如果采用具有光散射功能的透明介质层 234 与具有平坦表面的反射电极 211b, 则可以得到能利用反射电极 211b 所形成的开口部而使中心位置更确实稳定的优点。另外, 为了对反射电极 211b

附加漫反射功能，而在其表面形成凹凸时，最好将凹凸形状形成连续的波纹状，使得不产生干涉色，最好设定为能够使放射状倾斜取向的中心稳定。

另外，在透射模式中，用于显示的光仅一次通过彩色滤光片层 230，而与此相反，在反射模式的显示中，用于显示的光两次通过彩色滤光片层 230。因而，作为彩色滤光片层 230，若在透射区域 A 及反射区域 B 采用相同光学浓度的彩色滤光片层，则有时反射模式中的色纯度及/或亮度降低。为了抑制该问题的产生，最好使反射区域的彩色滤光片层的光学浓度小于透射区域的彩色滤光片层。另外，这里所说的光学浓度，是彩色滤光片层所带特征的特性值，如果减小彩色滤光片层的厚度，则能够减小光学浓度。或者，保持彩色滤光片层的厚度不变，但例如使得添加的色素的浓度降低，也能够减小光学浓度。

在上述的透射反射两用型液晶显示装置 200 中，通过设定液晶层 220 的厚度 d_{LC} 、液晶层 220 的自然手性间距 p 及从凸起部分 225 的中心到壁状结构体 215 的距离 d_{RW} 满足 $d_{RW} > p$ 及 $d_{LC}/p \geq 0.15$ 的关系，能够在短时间内消除按压面板表面时产生的显示不均。

另外，还通过设定为液晶层 220 的厚度 d_{LC} 及凸起部分 225 的高度 R 满足 $0.5 \leq R/d_{LC} < 1$ 的关系，能够容易地消除显示不均。

再者，在透射反射两用型液晶显示装置 200 中，只要透射区域 A 的液晶层 220 的厚度 dt 满足上述关系式即可（即 $dt = d_{LC}$ ）。

工业上的实用性

根据本发明，在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中，能够防止按压面板表面时的显示不均的残留，实现高质量的显示。

本发明适用于按压面板表面的机会多的移动用途的电子设备用的液晶显示装置、必须进行经常显示的车载用液晶显示装置。

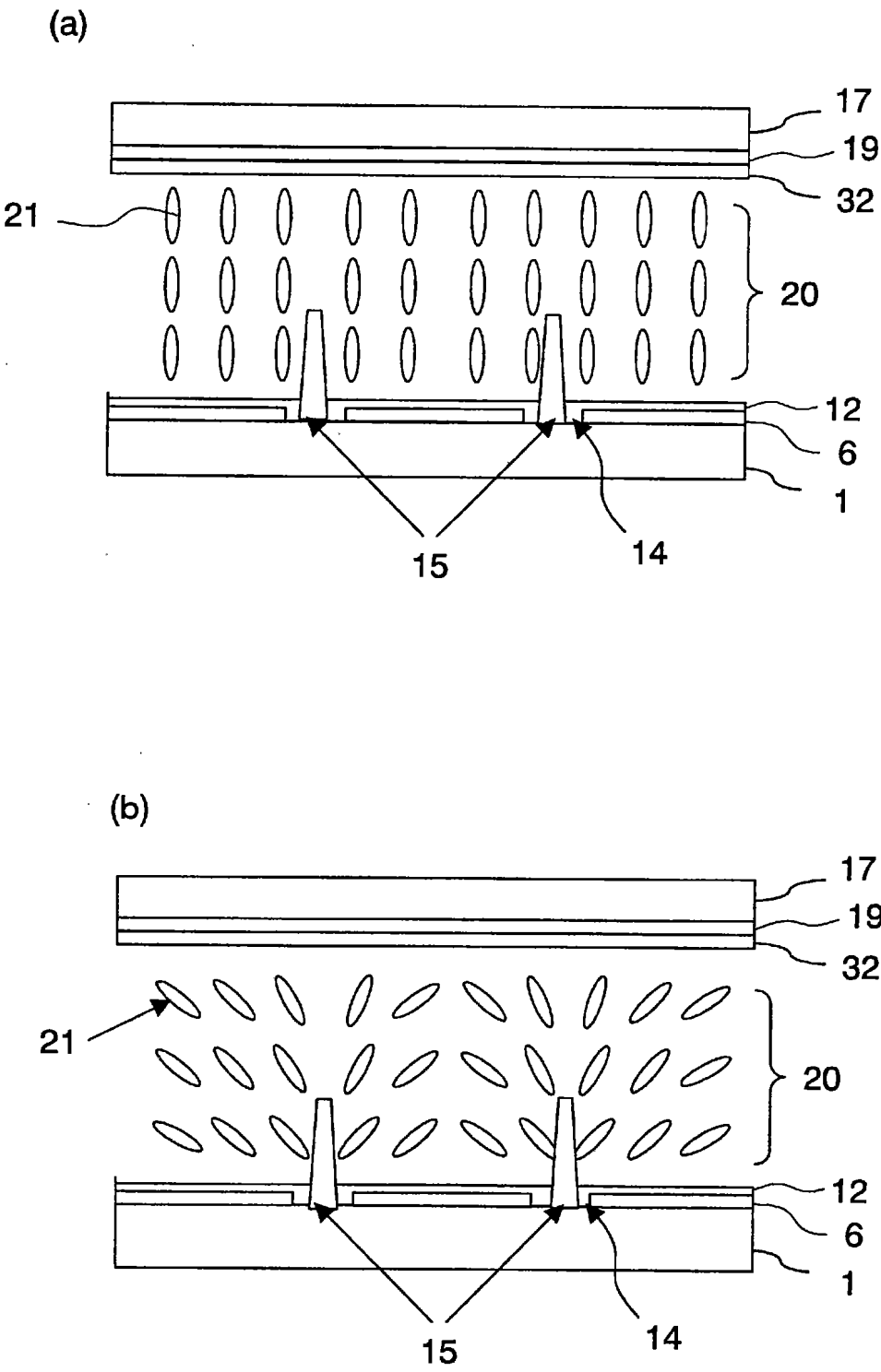


图 1

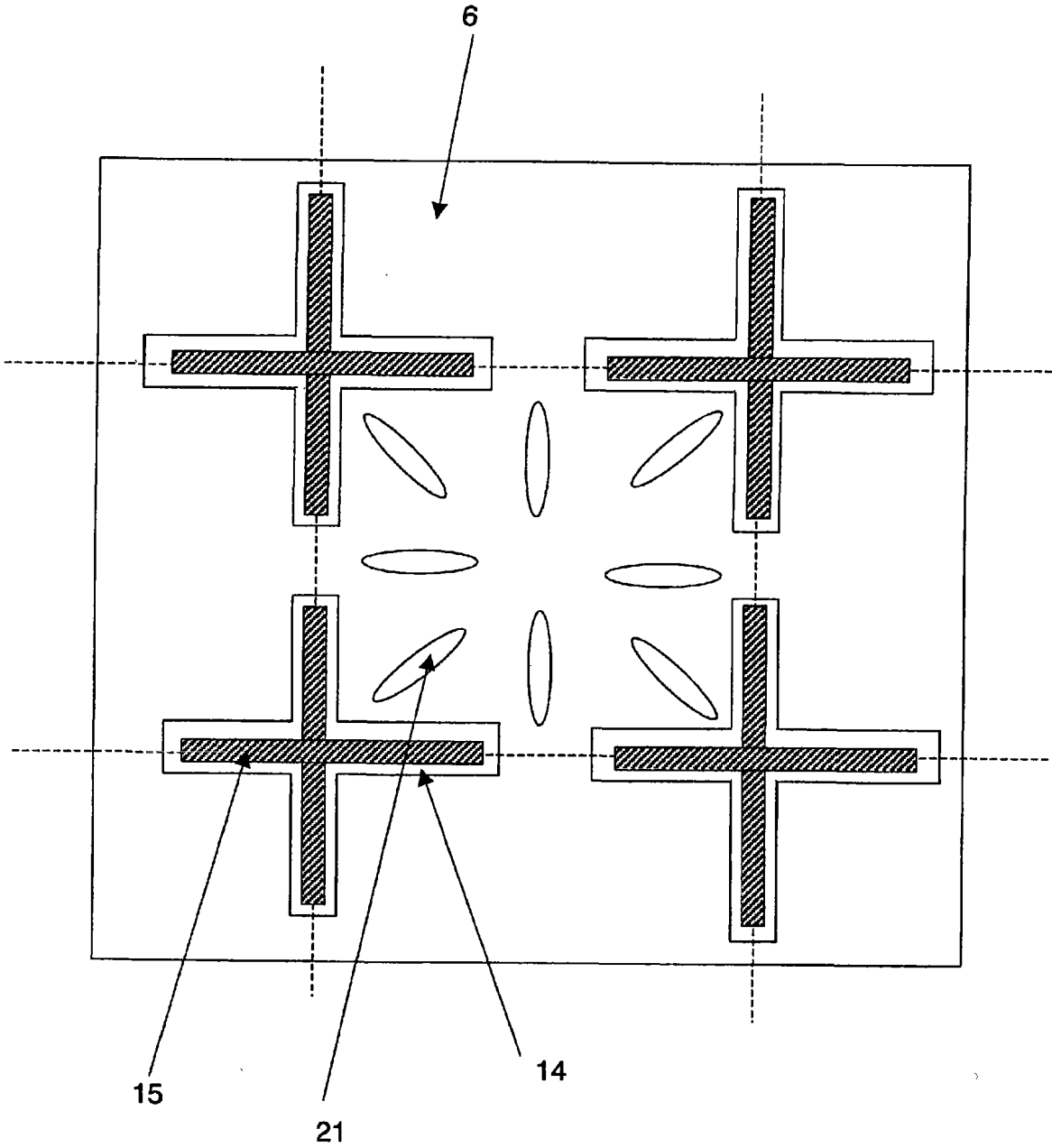


图 2

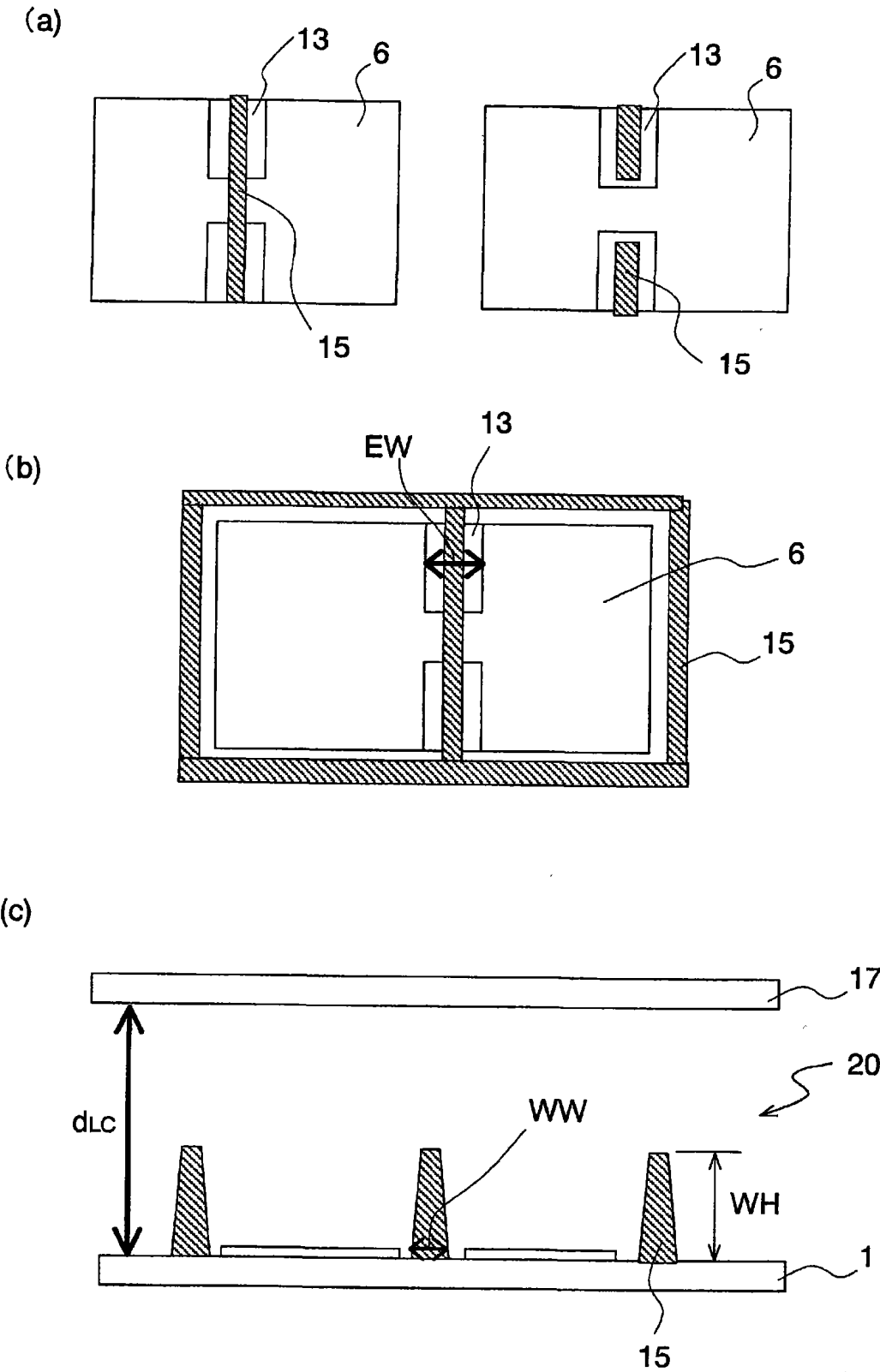


图 3

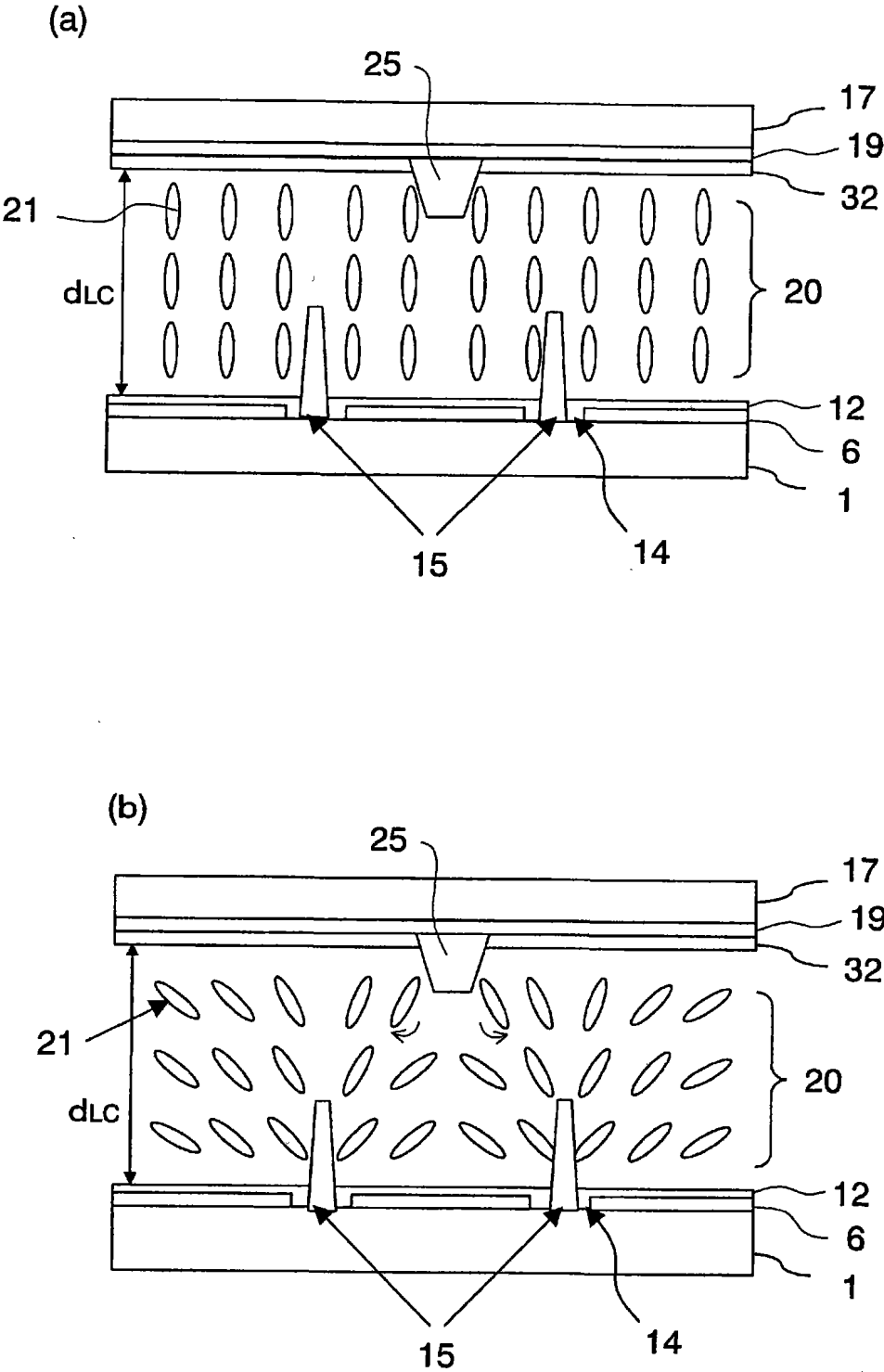


图 4

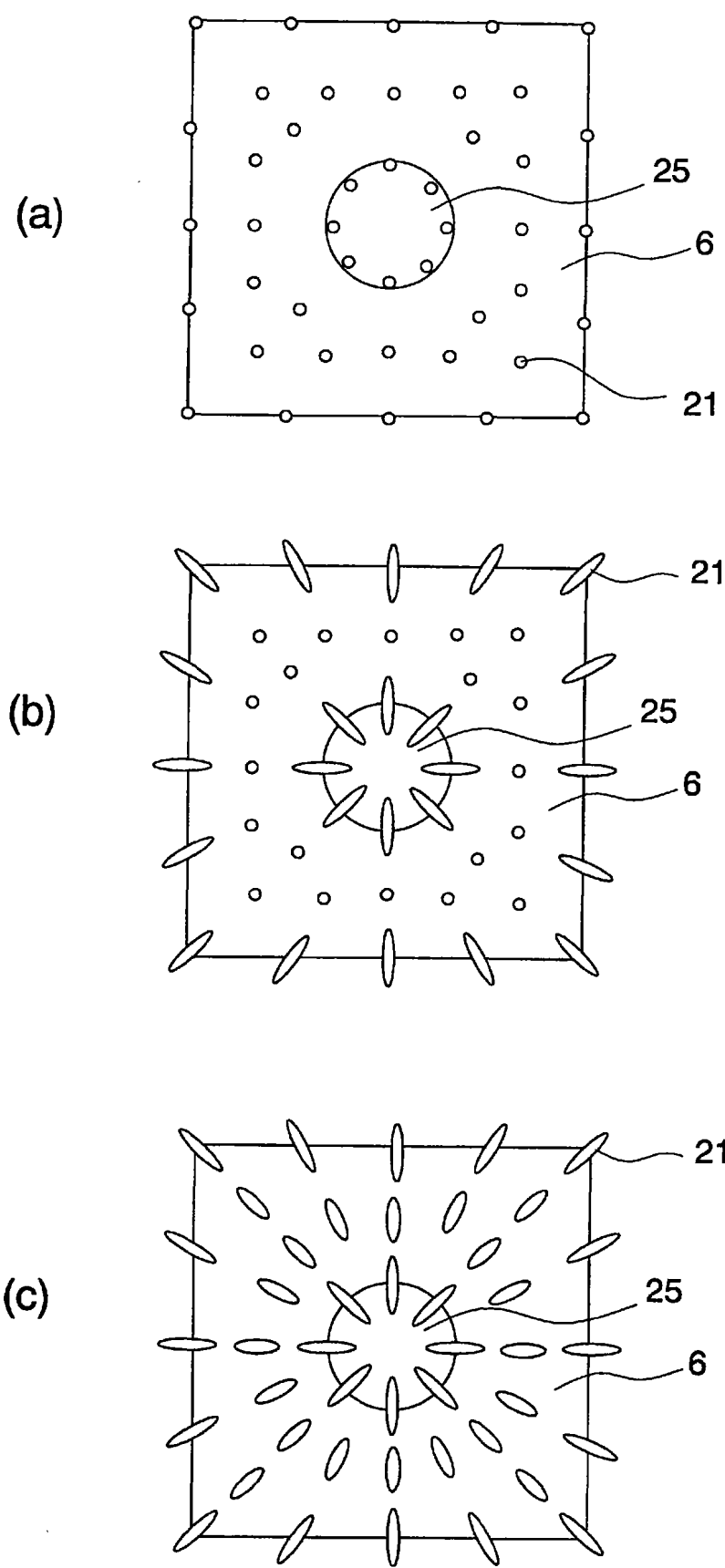


图 5

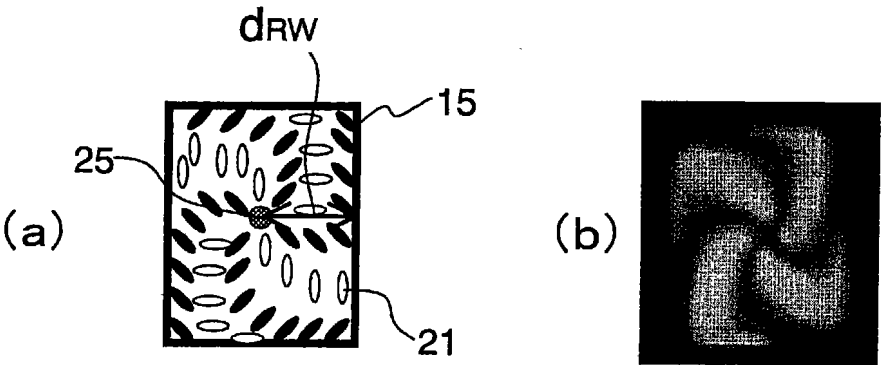


图 6

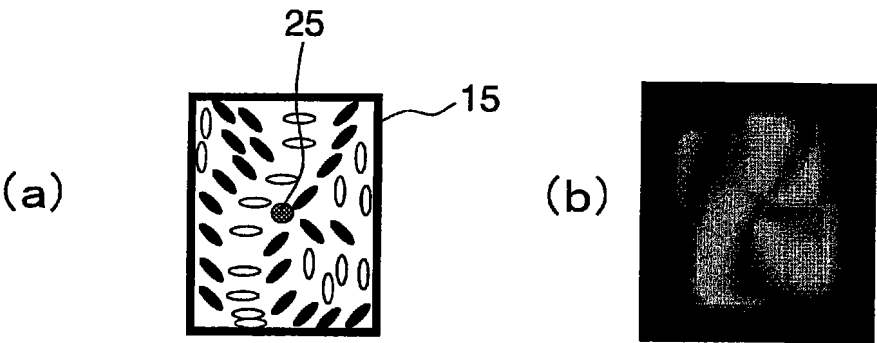


图 7

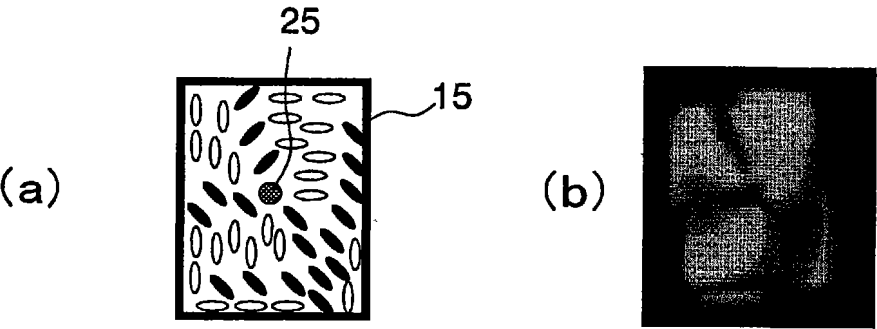


图 8

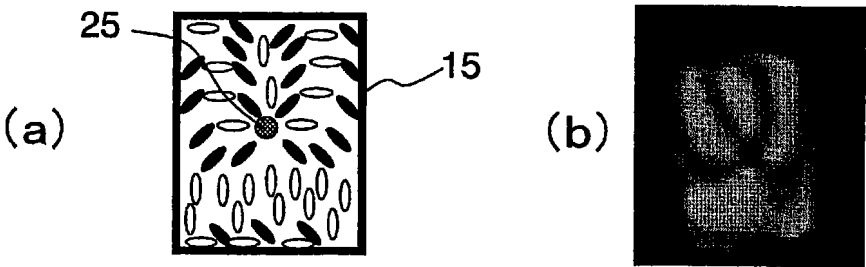


图 9

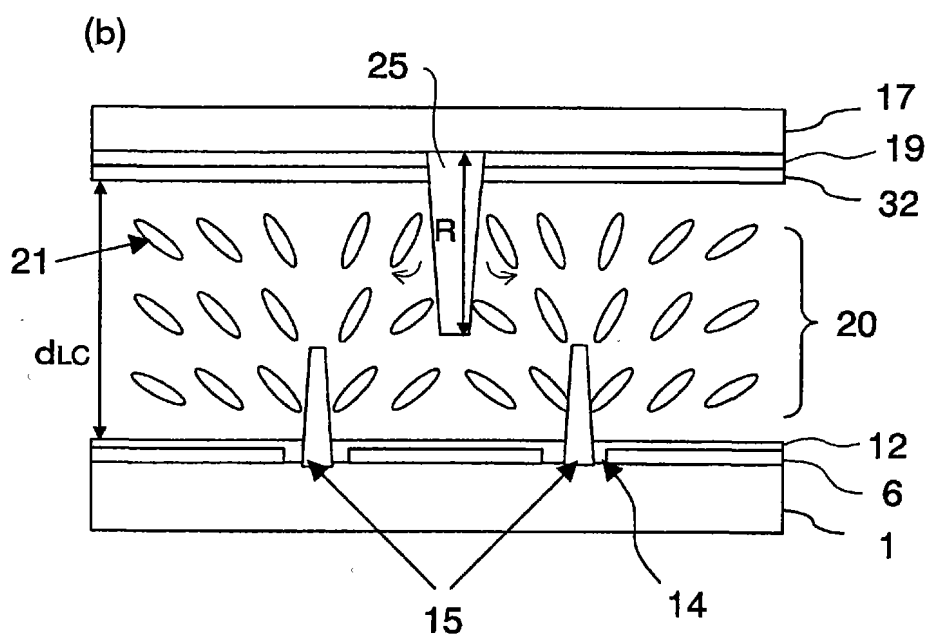
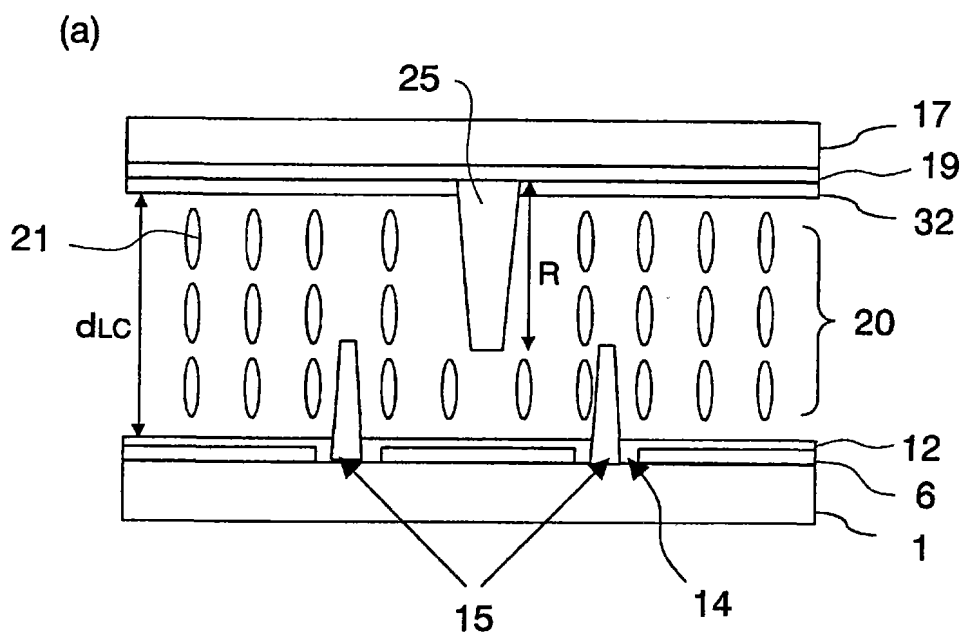
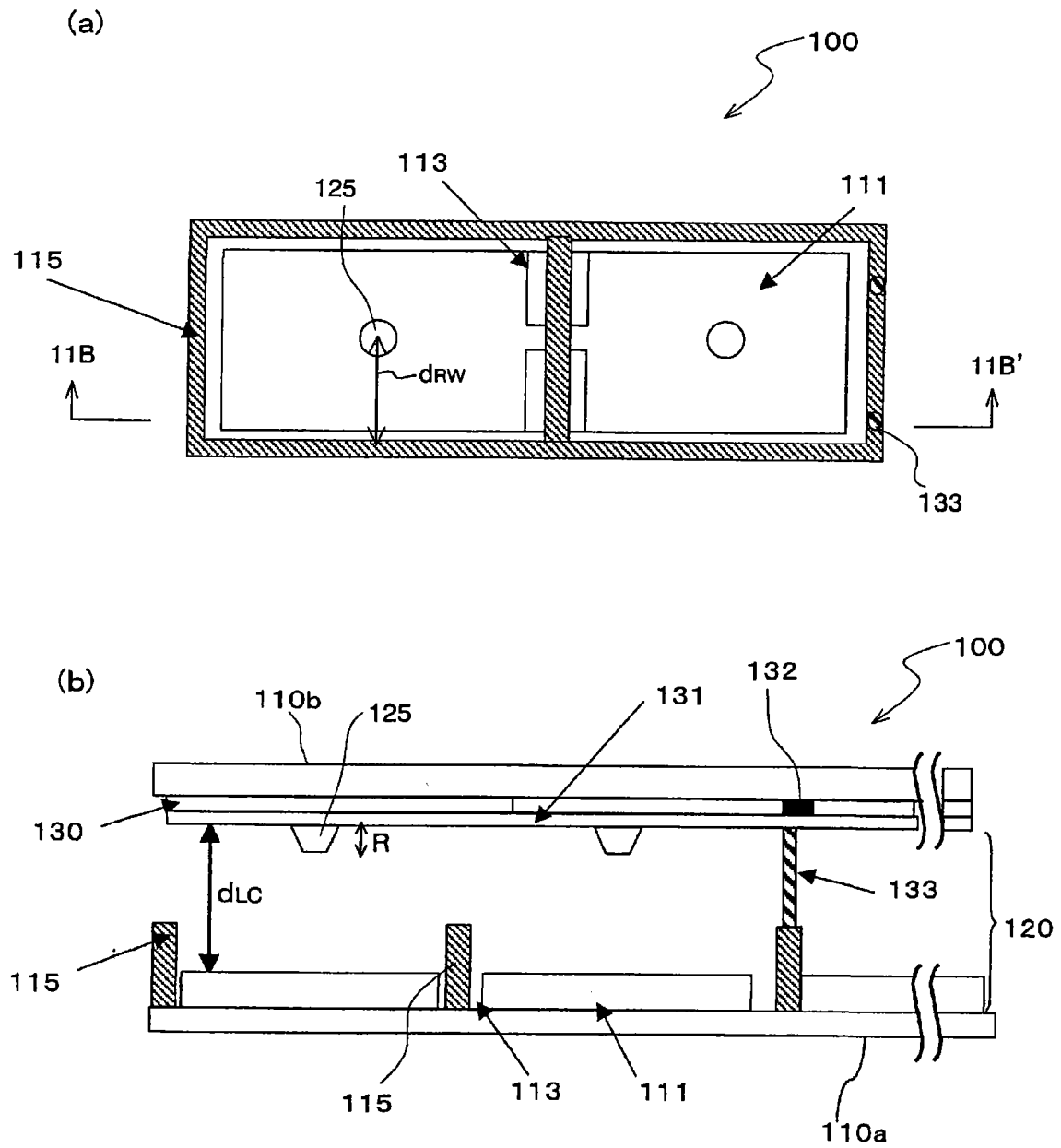


图 10



11

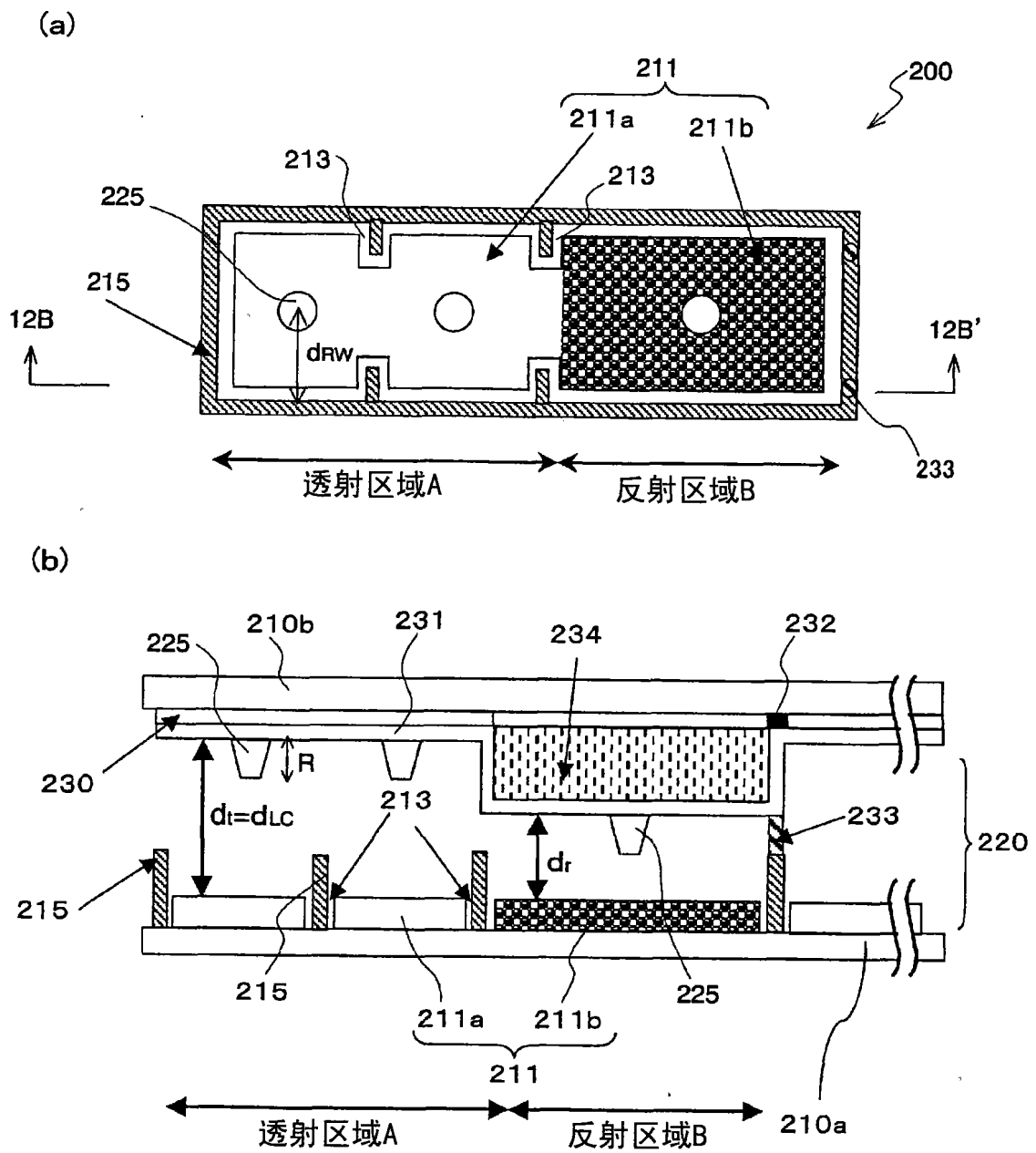


图 12

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN101395525A	公开(公告)日	2009-03-25
申请号	CN200780007388.6	申请日	2007-02-20
[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	齐藤全亮 松本俊宽 冈崎敢 藤冈和巧 小川胜也 园田通		
发明人	齐藤全亮 松本俊宽 冈崎敢 藤冈和巧 小川胜也 园田通		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1333 G02F1/1335 G02F1/1343		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/1337 G02F2001/133776		
优先权	2006081302 2006-03-23 JP		
其他公开文献	CN101395525B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在通过形成获得放射状倾斜取向的液晶聚集微区而进行显示的液晶显示装置中，能够防止按压面板表面时的显示不均的残留，从而实现高质量的显示。本发明的液晶显示装置具有第1基板、与第1基板对向设置的第2基板、以及设置在它们之间的垂直取向型的液晶层。本发明的液晶显示装置还具有在第1基板的液晶层一侧规则配置的壁状结构体，液晶层在施加了规定电压时，在被壁状结构体实质上包围的区域内形成获得放射状倾斜取向状态的至少一个液晶聚集微区。第2基板在与液晶聚集微区相对应的区域，具有向液晶层一侧突出的凸起部分，液晶层含有手性试剂。液晶层的厚度dLC、液晶层的自然手性间距p及从凸起部分的中心到壁状结构体的距离dRW满足 $dRW > p$ 及 $dLC/p \geq 0.15$ 的关系。

