

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410011754.3

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 100410775C

[22] 申请日 2004.9.29

[21] 申请号 200410011754.3

[30] 优先权

[32] 2003.9.29 [33] JP [31] 2003-337993

[32] 2003.9.29 [33] JP [31] 2003-337994

[32] 2004.9.17 [33] JP [31] 2004-271827

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 久米康仁 长江伸和 玉井和彦

大西宪明 冈本隆章

[56] 参考文献

US6330049B1 2001.12.11

CN1385738A 2002.12.18

US2002149728A1 2002.10.17

JP2003262857A 2003.9.19

JP2003140174A 2003.5.14

CN1410812A 2003.4.16

JP2000047217A 2000.2.18

CN1438530A 2003.8.27

审查员 解 飞

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 龙 淳

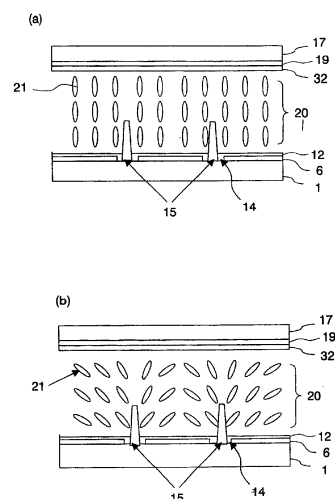
权利要求书 3 页 说明书 38 页 附图 17 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

本发明提供液晶显示装置，在像素内具有多个放射状倾斜取向的区域，利用只在单侧基板上设置放射状倾斜取向的取向控制结构的比较简单的结构，可使液晶的取向稳定，得到与现有的同等以上的显示品质。该装置具有第一基板、与第一基板相对设置的第二基板、设在第一基板和第二基板间的垂直取向型液晶层；还具有分别具有第一基板上形成的第一电极，第二基板上形成的第二电极，和第一电极和第二电极间设置的液晶层的多个像素。还具有第一电极的液晶层上规则地配置的壁结构体。当至少加规定电压时，在实质上被壁结构体包围的区域内，液晶层形成呈放射状倾斜取向状态的至少一个液晶区域。



1. 一种液晶显示装置，其特征为，

具有第一基板、与所述第一基板相对设置的第二基板、和设在所述第一基板和所述第二基板之间的垂直取向型液晶层；

具有多个像素，该多个像素分别包含在所述第一基板上形成的第一电极、在所述第二基板上形成的第二电极、和在所述第一电极和所述第二电极之间设置的所述液晶层；

具有规则地配置在所述第一电极的所述液晶层侧上的壁结构体；

当至少施加规定的电压时，所述液晶层在由所述壁结构体包围的区域内，形成呈放射状倾斜取向状态的至少一个液晶区域，

所述第一电极具有在规定的规定位置形成的多个开口部或切口部；所述壁结构体包含在所述多个开口部或切口部内形成的第一壁部分，

所述第一壁部分的宽度 WW ，相对于设置有该第一壁部分的开口部或切口部的宽度 EW ，满足 $0.4EW < WW < 0.8EW$ 的关系。

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征为，所述多个开口部或切口部分别包含矩形部分，所述壁结构体包含与所述矩形部分平行设置的所述第一壁部分。

3. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征为，所述多个开口部或切口部分别包含矩形部分，所述壁结构体包含从所述第一壁部分延伸的第二壁部分。

4. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征为，所述第一电极包含规定透过区域的透明电极，所述多个开口部或切口部的宽度 EW ，相对于所述透过区域的所述液晶层的厚度 dt ，满足 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 的关系。

5. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置，其特征为，所述壁结构体包含设在包围所述第一电极的区域中的第三壁部分。

6. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其特征为, 还具有设在所述第二基板的所述液晶层侧上的介电结构体。

7. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述介电结构体配置在所述至少一个液晶区域的中心处。

8. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述介电结构体配置在由所述壁结构体包围的区域内的中心处。

9. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征为, 令由所述壁结构体包围的所述区域的面积为 S_d , 配置在所述区域的中心处的所述介电结构体的底面面积为 S_b , 则当 $S_a = (S_b/S_d) \times 100$ 时, 满足 $2 \leq S_a \leq 25$ 的关系。

10. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述壁结构体和所述介电结构体的至少一部分配置在遮光区域中。

11. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述液晶层具有厚度不同的多个区域。

12. 如权利要求 1~11 中任一项所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述第一电极包含规定透过区域的透明电极, 和规定反射区域的反射电极; 所述透过区域内的所述液晶层的厚度 d_t 比所述反射区域的所述液晶层的厚度 d_r 大。

13. 如权利要求 12 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述开口部或切口部包含设置在所述透过区域和所述反射区域之间的开口部或切口部。

14. 如权利要求 12 所述的液晶显示装置, 其特征为, 所述壁结构体的高度 WH 相对于所述透过区域内的所述液晶层的厚度 d_t , 满足 $0.25d_t < WH < 0.4d_t$ 的关系。

15. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,所述第一基板和所述第二基板中的至少一个具有规定所述液晶层厚度的支承体。

16. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,所述第一基板还具有分别与所述多个像素对应设置的有源元件,所述第一电极是设在所述多个像素的每一个上,与所述有源元件连接的像素电极。

17. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,具有分别通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的第一偏光板和第二偏光板,在所述第一基板与所述第一偏光板之间、和/或所述第二基板与所述第二偏光板之间,还具有至少一个双轴性光学各向异性媒体层。

18. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,还具有分别通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的第一偏光板和第二偏光板,在所述第一基板与所述第一偏光板之间、和/或所述第二基板与所述第二偏光板之间,还具有至少一个单轴性光学各向异性媒体层。

液晶显示装置

技术领域

本发明涉及液晶显示装置，特别是涉及适合在移动信息终端（例如 PDA）、移动电话、车载用液晶显示器、数码相机、个人计算机、娱乐机器、电视机等中使用的液晶显示装置。

背景技术

近年来液晶显示装置具有薄且消费电力少的特点，它在笔记本个人计算机、移动电话、电子杂记本等信息设备，或具有液晶监视器的照相机一体型录相机（VTR）等中广泛得到应用。

作为可以实现高对比度和广视野角的显示模式，利用垂直取向型液晶层的垂直取向模式引人注目。通常，垂直取向型液晶层使用垂直取向膜和介电各向异性为负的液晶材料制成。

例如，在专利文献 1 中，公开了一种视角特性得到改善的液晶显示装置。该视角特性是通过在通过液晶层与像素电极相对的对向电极上设置的开口部的周边上产生倾斜的电场，使在以开口部内处于垂直取向状态的液晶分子为中心的周围的液晶分子倾斜取向而得以改善的。

然而，在专利文献 1 所述的结构中，在像素内的全部区域形成倾斜的电场困难，结果，在像素内产生液晶分子对电压的响应滞后的区域，产生出现余象现象的问题。

为了解决这个问题，专利文献 2 公开了一种液晶显示装置，它通过在像素电极或对向电极上设置规则配置的开口部，在像素内具有呈现放射状倾斜取向的多个液晶区域（domain）。

另外，在专利文献 3 中提出了一种通过在像素内规则设置多个凸部，使以凸部为中心出现的放射状倾斜取向的液晶区域的取向状态稳定的技术。另外，在该文献中，说明了可通过与凸部产生的取向限制力一起，利用设置在电极上的开口部产生的倾斜电场，限制液晶分子

的取向，从而可改善显示特性的方法。

另一方面，近年来提出了在屋外或屋内都可以有高品质的显示的液晶显示装置（例如，专利文献 4 和专利文献 5）。这种液晶显示装置称为半透过型液晶显示装置，它具有在像素内，利用反射模式进行显示的反射区域和利用透过模式进行显示的透过区域。

现在市场上出售的半透过型液晶显示装置利用 ECB 模式或 TN 模式等。但在上述专利文献 3 中，公开了不但在透过型液晶显示装置，而且在半透过型液晶显示装置中使用垂直取向模式的结构。另外，在专利文献 6 中提出了在垂直取向型液晶层的半透过型液晶显示装置中控制液晶取向（多轴取向）的技术。该技术通过形成为为了使透过区域的液晶层的厚度为反射区域的液晶层厚度的 2 倍而设置的绝缘层的凹部，来控制液晶的取向。还说明了凹部作成正八角形，通过液晶层，在与凹部相对的位置上形成突起（凸部）或切口（电极开口部）的结构（例如，参照专利文献 6 的图 4 和图 16）。

在专利文献 3 和专利文献 7 中，还说明了在基板上形成凸部，实现液晶区域内的液晶分子呈放射状倾斜取向的技术。还说明了在加电压状态下，这些凸部利用设在一块基板上的取向限制结构，和另一块基板上设置的液晶层的凸部的效果，使放射状倾斜取向稳定。

[专利文献 1]: 日本特开平 6-301036 号公报

[专利文献 2]: 日本特开 2000-47217 号公报

[专利文献 3]: 日本特开 2003-167253 号公报

[专利文献 4]: 日本专利第 2955277 号公报

[专利文献 5]: 美国专利第 6195140 号说明书

[专利文献 6]: 日本特开 2002-350853 号公报

[专利文献 7]: 日本特开 2003-315803 号公报

专利文献 2 或专利文献 3 中所述的技术是在像素内设置凸部或开口部，形成多个液晶区域（即，像素分割），增强对液晶分子的取向限制力。但通过本发明者的研究发现，为了得到足够的取向限制力，在液晶层的两侧（相互相对的一对基板的液晶层侧），也必需形成凸部或开口部等的取向控制结构，制造工序复杂。另外，当在像素内设置取向限制结构时，会使像素的实效开口率降低，由于从像素内的凸部的

周边光泄漏的发生，对比度比降低。在基板两侧上设置取向限制结构的情况下，由于受基板的对准余量的影响，实效开口率的降低和/或对比度比的降低更显著。

另外，在专利文献 6 所述的技术中，为了控制多轴取向，必需要在设置的凹部的相反侧配置凸部或电极开口部，产生与上述现有技术同样的问题。

另外，在上述专利文献 2、3、6 和 7 中所述的技术中，存在即使在两侧基板上设置取向限制结构，中间色调 (gray scale) 显示的响应速度慢，和/或当压紧面板时产生的余象消去要化费时间的问题。特别是，作为移动用途的液晶显示装置利用上困难。

发明内容

本发明是考虑上述问题而提出的，其目的是要提供一种液晶显示装置，它可在像素内具有多个放射状倾斜取向区域，利用只在单侧基板上设置放射状倾斜取向的取向控制结构的比较简便的结构，很好地使液晶的取向稳定，得到与先前同等以上的显示品质。

本发明的另一个目的，是提供一种可使液晶的取向稳定，中间色调显示 (gray scale display) 响应时间比现有的液晶显示装置短，或面板压紧时产生的余象消除的时间短的液晶显示装置。

(解决问题所用的方法)

本发明的第一方面的液晶显示装置的特征为，它具有第一基板、与上述第一基板相对设置的第二基板、和设在上述第一基板和上述第二基板之间的垂直取向型液晶层；具有多个像素，该多个像素分别包含在上述第一基板上形成的第一电极、在上述第二基板上形成的第二电极、和在上述第一电极和上述第二电极之间设置的上述液晶层；具有规则地配置在上述第一电极的上述液晶层上的壁结构体；当至少施加规定的电压时，上述液晶层在实质上由上述壁结构体包围的区域内，形成呈放射状倾斜取向状态的至少一个液晶区域。

在该实施例中，上述第一电极具有在规定位置形成的多个开口部或切口部；上述壁结构体包含在上述多个开口部或切口部内形成的第一壁部分。

在该实施例中，上述多个开口部或切口部分别包含矩形部分，上述壁结构体包含与上述矩形部分平行设置的上述第一壁部分。

在该实施例中，上述多个开口部或切口部分别包含矩形部分，上述壁结构体包含从上述第一壁部分延伸的第二壁部分。

在该实施例中，上述第一壁部分的宽度 WW ，相对于设置有该第一壁部分的开口部或切口部的宽度 EW ，满足 $0.4EW < WW < 0.8EW$ 的关系。

在该实施例中，上述第一电极包含规定透过区域的透明电极，上述多个开口部或切口部的宽度 EW ，相对于上述透过区域的上述液晶层的厚度 dt ，满足 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 的关系。

在该实施例中，上述壁结构体包含设在包围上述第一电极的区域中的第三壁部分。

在该实施例中，它还具有设在上述第二基板的上述液晶层侧的介电结构体。

在该实施例中，上述介电结构体配置在上述至少一个液晶区域的大致中心处。

在该实施例中，上述介电结构体配置在实质上由上述壁结构体包围的区域内的中心处。

在该实施例中，令实质上由上述壁结构体包围的上述区域的面积为 S_d ，配置在上述区域的大致中心处的上述介电结构体的底面面积为 S_b ，则当 $S_a = (S_b/S_d) \times 100$ 时，满足 $2 \leq S_a \leq 25$ 的关系。

在该实施例中，上述壁结构体和上述介电结构体的至少一部分配置在遮光区域中。

在该实施例中，上述液晶层具有厚度不同的多个区域。

在该实施例中，上述第一电极包含规定透过区域的透明电极，和规定反射区域的反射电极；上述透过区域内的上述液晶层的厚度 dt 比上述反射区域的上述液晶层的厚度 dr 大。

在该实施例中，上述开口部或切口部包含设置在上述透过区域和上述反射区域之间的开口部或切口部。

在该实施例中，上述壁结构体的高度 WH ，相对于上述透过区域内的上述液晶层的厚度 dt ，满足 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 的关系。

在该实施例中，上述第一基板和上述第二基板中的至少一个具有规定上述液晶层厚度的支承体。

在该实施例中，上述第一基板还具有分别与上述多个像素对应设置的有源元件，上述第一电极是设在上述多个像素的每一个上、与上述有源元件连接的像素电极。

在该实施例中，它还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相对配置的一对偏光板，在上述第一基板和/或上述第二基板与上述一对偏光板之间，还具有至少一个双轴性光学各向异性媒体层。

在该实施例中，它还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相对配置的一对偏光板，在上述第一基板和/或上述第二基板与上述一对偏光板之间，还具有至少一个单轴性光学各向异性媒体层。

本发明第二方向的液晶显示装置的特征为，具有第一基板、与上述第一基板相对设置的第二基板、和设在上述第一基板和上述第二基板之间的垂直取向型液晶层；具有多个像素，该多个像素分别包含在上述第一基板上形成的第一电极、在上述第二基板上形成的第二电极、和在上述第一电极和上述第二电极之间设置的上述液晶层；上述第一电极具有在规定的规定位置上形成的至少二个开口部和至少一个切口部；当至少施加规定的电压时，上述液晶层分别形成呈放射状倾斜取向的至少二个液晶区域，上述至少二个液晶区域的放射状倾斜取向的中心轴，分别在上述至少二个开口部或其附近形成。

在该实施例中，在上述多个像素的间隙中具有遮光区域，在上述遮光区域的上述第一基板上的上述液晶层上，具有规则地配置的壁结构体。

在该实施例中，在上述多个像素的间隙中有遮光区域，在上述遮光区域形成规定上述液晶层的厚度的支承体。

在该实施例中，上述第一电极包含规定透过区域的透明电极，和规定反射区域的反射电极；上述透过区域内的上述液晶层的厚度 dt 和上述反射区域内的上述液晶层的厚度 dr 满足 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的关系。

在该实施例中，上述至少二个液晶区域内的至少一个液晶区域，在上述透过区域中形成；上述至少一个切口部包含多个切口部，这些切口部以和在上述透过区域中形成的上述至少一个液晶区域的中心轴

对应的开口部为中心、点对称地配置。

在该实施例中，在上述第二基板的上述反射区域中，有选择地设置透明的介电层。

在该实施例中，上述透明介电层具有散射光的功能。

在该实施例中，还具有设在上述第二基板上的滤色器层，上述反射区域的上述滤色器层的光学浓度，比上述透过区域的上述滤色器层的小。所谓光学浓度是表示滤色器层特征的特性值，如果滤色器层的厚度减小，则可减少光学浓度。

在该实施例中，还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相对配置的一对偏光板，在上述第一基板和/或上述第二基板与上述一对偏光板之间，还具有至少一个双轴性光学各向异性媒体层。

在该实施例中，它还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相对配置的一对偏光板，在上述第一基板和/或上述第二基板与上述一对偏光板之间，还具有至少一个单轴性光学各向异性媒体层。

发明的效果

本发明的第一方面的液晶显示装置，在形成有第一电极（例如像素电极）的第一基板的液晶层上设有壁结构体，利用该壁结构体的倾斜侧面的锚定作用（取向限制力），可规定由电场引起的垂直取向型液晶层的液晶分子倾斜方向。结果，当施加至少是规定电压（阈值以上电压）时，在实质上由壁结构体包围的区域中呈放射状倾斜取向的液晶区域可稳定地形成，因此，不需要在与第一基板相对的第二基板的液晶层上设置电极开口部或切口部或凸部等取向限制结构，可以比先前简单的结构使液晶取向足够稳定，从而可得到和先前同等以上的显示品质。

另外，由于在第一电极上设置开口部或切口部，在该开口部内形成壁结构体，当加电压时，由在开口部或切口部周边形成的倾斜电场引起的取向限制力，与由壁结构体引起的取向限制力一起，规定液晶分子的倾斜方向，因此可使放射状倾斜取向更稳定。另外，当电压低时，由倾斜电场产生的取向限制力变弱，而由于由壁结构体产生的取向限制力与电压没有关系，因为在中间色调显示状态下，可以发挥取向限制力，稳定地规定液晶分子的倾斜方向。结果，可改善中间色

调显示的显示品质。

另外，通过在形成第二电极（例如对向电极）的第二基板的液晶层的规定位置上，设置介电结构体（凸部），可使放射状倾斜取向进一步稳定，改善中间色调显示的响应特性，对于压紧面板使产生的余象的改善效果大。

本发明第二方面的液晶显示装置，在第一电极（例如像素电极）上设置的开口部可起固定放射状倾斜取向中心轴的位置的作用，并且切口部可起规定由电场产生的放射状倾斜取向区域内的液晶分子倾倒的方向的作用。换句话说，切口部设置在放射状倾斜取向区域的边界附近，规定电场引起的液晶分子的倾倒方向，形成放射状倾斜取向区域。结果，不需要在与形成第一电极的基板（第一基板）相对的基板（第二基板）的液晶层上，设置电极开口部或切口部或凸部等取向限制结构，可用比先前简单的结构，使液晶取向足够稳定，得到与先前同等以上的显示品质。另外，在遮光区域内的第一基板的液晶层上设置壁结构体，可以不牺牲显示品质，而使液晶取向稳定。

在半透过型液晶显示装置中使用的情况下，当采用在第二基板上设置用于控制液晶层厚度的透明介电层时，通过使用该透明介电层作为光散射层（光扩散层），可以简化液晶显示装置的结构。例如：不需要在反射电极的表面上设置凹凸等。

附图说明

图 1 为说明本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图，(a) 表示没有加电压时，(b) 表示加电压时的情况。

图 2 为说明本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图，它是表示加电压时的液晶分子的取向状态的平面图；

图 3 (a) - (c) 为说明本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置的切口部 13（或开口部 14）和壁结构体 15 的优选结构的图；

图 4 为表示本发明第一方面的实施例的液晶显示装置的结构的一个例子的示意图；

图 5 为示意性地表示本发明的第一方面的实施例的透过型液晶显示装置 100 的一个像素结构的图；(a) 为平面图，(b) 为沿 (a) 中的

5B-5B'线的截面图;

图 6 为示意性地表示本发明的第一方面的实施例的半透过型液晶显示装置 200 的一个像素结构的图; (a) 为平面图, (b) 为沿着 (a) 中的 6B-6B'线的截面图;

图 7 (a) 为表示试作例 1-7 的像素电极的切口部和壁结构体的配置的平面图; (b) 为表示试作例 8 的像素电极的切口部和壁结构体的配置的平面图;

图 8 为试作例 1 的电压-透过率特性图;

图 9 为试作例 1 的等对比度特性图;

图 10 为试作例 8 的电压-反射/透过率特性图;

图 11 为说明本发明的第一方面的另一个实施例的液晶显示装置的液晶分子的取向状态的图; (a) 为表示没有加电压时, (b) 为表示加电压时的情况;

图 12 为示意性地表示本发明的第一方面的另一个实施例的液晶显示装置的像素内的液晶分子的取向的图; (a) 表示没有加电压时, (b) 表示加电压后, (c) 表示加电压后经过足够时间的状态;

图 13 为示意性表示本发明的第一方面的另一个实施例的半透过型液晶显示装置 200'的一个像素的结构图; (a) 为平面图, (b) 为沿着 (a) 中的 13B-13B'线的截面图;

图 14 为示意性地表示本发明的实施例的透过型液晶显示装置 300 的一个像素的结构图; (a) 为平面图, (b) 为沿着 (a) 中的 14B-14B'线的截面图;

图 15 为示意性地表示本发明的实施例的半透过型液晶显示装置 400 的一个像素的结构图; (a) 为平面图, (b) 为沿着 (a) 中的 15B-15B'线的截面图;

图 16 为半透过型液晶显示装置 400 的有源矩阵基板 410a 的平面图;

图 17 为半透过型液晶显示装置 400 的有源矩阵基板 410a 的截面图;

图 18 为说明本发明的实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图; (a) 表示没有加电压时, (b) 表示加电压时情况;

图 19 为表示本发明的实施例的液晶显示装置的透过区域和反射区域的电压-反射率（透过率）与液晶层的厚度的依存性的图；

符号说明：1 透明基板（TFT 基板）；2 栅极信号线；3 源极信号线；4 TFT；5 漏电极；6 像素电极；7 透明电极；8 反射电极；9 栅极绝缘膜；10 栅极电极；11 源极和漏极电极（n⁺-Si 层）；12S 半导体层；12c 沟道保护层；13 切口部；14 开口部；15 壁结构体；17 透明基板（对向（CF）基板）；19 对向电极；20 液晶层；21 液晶分子；22, 32 取向膜；25 介电结构体（凸部）；50 液晶面板；40, 43-偏光板；41, 44 1/4 波长板；42, 45 光学各向异性为负的相位差板（NR 板）；100 透过型液晶显示装置；110a 有源矩阵基板；110b 对向基板（滤色器基板）；111；像素电极；113 切口部；115 壁结构体；130 滤色器层；131 对向电极；133 支承体；200, 200'-半透过型液晶显示装置；210a-有源矩阵基板；210b-对向基板（滤色器基板）；211-像素电极；213-切口部；215 壁结构体；230 滤色器层；231 对向电极；232 遮光层（黑矩阵）；233 支承体；234 透明介电层（反射部台阶差）。

具体实施方式

以下，参照附图，说明本发明的实施例的液晶显示装置的结构。

首先说明本发明第一方面的液晶显示装置的结构。

参照图 1 和图 2，说明在本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置中，形成放射状倾斜取向的机理。

图 1 为说明设置在像素电极 6 上的开口部 14 和壁结构体 15 产生的取向限制力的作用的图；(a) 为示意性地表示不加电压时，(b) 为加电压时的液晶分子的取向状态。图 1 (b) 所示的状态为表示中间色调的状态。图 2 为从基板法线方向看的中间色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 上按这个顺序具有：有开口部 14 的像素电极 6，和取向膜 12。在另一个透明基板 17 上，按这个顺序形成对向电极 19 和取向膜 32，放置在二个基板之间的液晶层 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，在不加电压时，液晶分子 21 由垂直取向膜 12

和 32 的取向限制力作用，相对于基板表面大致垂直地取向。典型情况是，垂直取向膜 12 以覆盖壁状态结构体 15 的方式形成，在壁状结构体 15 的倾斜的侧面附近，液晶分子 21 大致垂直地在侧面上取向，但为了简单起见，图中省略。又如图 2 所示，设置构成十字那样的配置成矩形部分的 4 个开口部 14；壁结构体 15 在开口部 14 内与矩形部分平行地设置，由壁结构体产生的取向限制内的方向（液晶分子倾斜方向）与由开口部 14 产生的倾斜电场引起的取向限制力的方向匹配。

如图 1 (b) 所示，当加电压时，由于介电各向异性为负的液晶分子 21 的分子长轴与电力线垂直，因此，通过在开口部 14 的周边形成的倾斜电场，可以规定液晶分子 21 的倾倒方向。如图 2 所示，当设置十字的开口部 14 和壁结构体 15 时，在实质上被开口部 14 和壁结构体 15 包围的区域中，形成放射状倾斜取向的液晶区域。在该放射状倾斜取向区域内，由于液晶导向偶极子 (director) 在全方位取向（基板面内的方位），因此视野角特性好。这里，放射状倾斜取向与轴对称取向是同义的，指的是液晶分子在放射状倾向取向的中心（轴对称取向的中心轴）的周围，不形成向错线 (disclination line) 的连续的取向，将液晶分子的长轴取向成放射状 (radial)，同心圆状 (tangential)、涡卷状的状态。在所有的场合下，液晶分子的长轴具有从取向中心成放射状倾斜的成分（与倾斜电场平行的成分）。

现在来说明与壁结构体 15 一起，设置开口部 14 的例子。即使省略开口部 14，由于壁结构体 15 的倾斜侧面上的锚定作用（取向限制力），垂直取向型液晶层的液晶分子的倾斜方向由电场限定。结果，当加上阈值以上的电压时，在实质上被壁结构体 15 包围的区域中，可以稳定地形成呈放射状倾斜取向的液晶区域。如例子所示，当与壁结构体 15 一起，设置开口部 14 时，在加电压时，由在开口部或切口部的周边形成的倾斜电场产生的取向限制力，与由壁结构体产生的取向限制力一起，规定液晶分子的倾斜方向，因此可以进一步使放射状倾斜取向稳定。另外，当电压低时由倾斜电场产生的取向限制力弱，而由壁结构体产生的取向限制力不依赖于电压，因此，即使在中间色调显示状态下，也能发挥取向限制力，从而稳定地规定液晶分子的倾斜方向，结果，可以改善中间色调显示的显示品质。

所谓壁结构体 15 或开口部 14 “实质上包围的区域”是连续地将取向限制力作用在该区域内的液晶分子上，形成一个液晶区域即可，而不必要完全包围。即：如图 2 所示，相邻的壁结构体 15 或开口部 14 之间断开，在其中形成一个液晶区域也可以。

另外，这里说明了在开口部 14 的周围形成的倾斜电场的作用，但即使在像素电极 6 的边缘部分上形成的切口部（例如参照图 3 的切口部 13）的附近，也同样形成倾斜电场，该电场规定液晶分子 21 的倾斜方向。

其次，参照图 3 (a) - (c)，说明切口部 13（或开口部 14）和壁结构体 15 的配置。图 3 (a) 和 (b) 为表示在像素电极 6 的中心附近，设置一对矩形的切口部 13 时的壁结构体 15 的配置例子的平面图。这里所示的切口部 13 即使为在像素电极 6 内设置的开口部 14 也同样。

如上所述，由于当加电压时，不需要用壁结构体 15 包围形成呈放射状倾斜取向的液晶区域（称形成一个液晶区域的区域为“子像素”）的全部周围，因此，如图 3 (a) 右侧所示，可以仅在切口部 13（或开口部 14 内）内形成壁结构体 15。又如图 3 (a) 左侧所示，可使壁结构体 15 延伸，与在切口部 13 内形成的壁结构体 15 连接。即：当从基板法线方向看时，壁结构体 15 如虚线状所示那样设置也可以，如实线所示那样设置也可以。

其次，参照图 3(b)和 (c)，说明在矩形的切口部 13（或开口部 14）内，与它平行地设置壁结构体 15 时的优选结构。

当取矩形切口部 13 的宽度为 EW （图 3 (b)），壁结构体 15 的宽度为 WW 时，优选构成为满足 $0.6EW < WW < 0.9EW$ 的关系。当 $0.6EW > WW$ 时，壁结构体 15 的取向限制力对电极区域的液晶区域的影响小，很难使像素电极区域的液晶区域稳定。相反，当 $WW > 0.9EW$ 时，制造过程的对准误差使得会产生壁结构体 15 不能配置在切口部 13 内的情况（误对准）。由于在壁结构体 15 的侧面附近的液晶分子，从垂直取向发生倾斜，因此在黑显示的状态下，产生光泄漏，不为优选。

另外，相对于透过区域的液晶层厚度 dt ，优选使切口部宽度 EW 为 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 。通过由于施加电压产生的倾斜电场的作用，为了使每一个像素都有稳定的取向，应相对于液晶层厚度 dt ，增大切口部

宽度 EW ，可使每一像素的取向状态不连续，造成在不存在电极层的区域中的等电位线严重变形。

当过于增大切口部 13（或开口部 14）时宽度 EW 时，像素内显示部分变小，而在施加电压时，显示状态发生变化的区域减少，因此不为优选。另外，当减小液晶层厚度 dt 时，电场即单位 $V/\mu W$ 增大，每单位厚度的电场变化量变大，可得到与增大切口部宽度 EW 情况实质上相同的效果。即：在一定的单元厚度（液晶层的厚度）下，为了在每一个像素中形成良好的放射状倾斜取向区域，而且尽可能增大有效开口率（实质上为对显示有用的面积与像素面积的比例），切口部宽度 EW 和透过区域的液晶层厚度 dt 优选为 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 。当 $1.8dt > EW$ 时，每单位厚度的电场减弱，在像素中液晶的放射状倾斜取向不稳定，在多个像素之间，放射状倾斜取向的中心位置有偏差。相反，当 $EW > 2.5dt$ 时，对于适当的液晶层厚度，切口部 13（或开口部 14）过大，结果，有效开口率降低，也不为优选。

另外，壁结构体 15 的高度 WH ，相对于液晶层的透过区域的厚度 dt ，优选为 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 。当 $WH < 0.25dt$ 时，壁结构体 15 的取向限制力变弱，得不到稳定的取向状态。相反，在 $WH > 0.4dt$ 的情况下，当将液晶材料注入基板（有源矩阵基板）1 和基板（对向基板）17 之间时，在像素电极上规则地配置的壁结构体 15 成为液晶注入的障碍，注入费时间，或者，产生注入不完全的区域可能性高。特别是，在半透过型液晶显示装置的情况下，由于光学的最优设计，反射区域的液晶层厚度 dr （参见图 4）设定大约为透过区域厚度 dt 的大致一半，因此有可能液晶材料几乎不能注入。因此 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 为优选。

在上述的例子中，表示了与切口部 13 和/或开口部 14 对应，设置壁结构体 15 的结构，但不是仅限于此，如图 3（b）所示，在包围像素电极 6 的区域中，设置壁结构体 15 也可以。在像素电极 6 的周边区域上，形成 TFT 或栅极信号布线，源极信号布线等，或者，在对向基板上形成黑矩阵，因此，成为对显示没有帮助的遮光区域。因此，在该区域形成的壁结构体 15，对显示没有不好影响。

另外，形成壁结构体 15，使它实质上包围形成各个液晶区域的区域（子像素）也可以。当每个子像素上不形成壁结构体 15 时，在电压

低的情况下，切口部 13 或开口部 14 的取向限制力不足够大，不能稳定地维持液晶区域的放射状倾斜取向中心的位置，在多个像素之间存在偏差。特别是，在半透过型液晶显示装置中，优选至少在透过区域和反射区域之间设置开口部或切口部；另外，不这样或与其一起，形成壁结构体 15 为优选。在透过区域和反射区域之间不形成壁结构体 15 的情况下，当加的电压低时，形成壁结构体 15 的区域侧的取向限制力比其他区域强，放射状倾斜取向中心的位置会偏离透过区域或反射区域的子像素区域的中心。

其次，参照图 4 说明本发明第一方面的实施例的液晶显示装置的具体结构例子。

图 4 所示的液晶显示装置具有背灯；半透过型液晶面板 50；通过半透过型液晶面板 50，互相相对设置的一对偏光板 40 和 43；设在偏光板 40 和 43 与液晶面板 50 之间的 $1/4$ 波长板 41 和 44；和设在 $1/4$ 波长板 41 和 44 与液晶面板 50 之间的光学各向异性为负的相位差板 42 和 45。液晶面板 50 在透明基板（有源矩阵基板）1 和透明基板（对向基板）17 之间有垂直取向型液晶层 20。作为液晶面板 50 可以使用具有与后面参照图 6 说明的液晶显示装置 200 相同的结构的液晶面板。

以下简单说明图 4 所示的液晶显示装置的显示动作。

在反射模式显示中，从上侧来的入射光，通过偏光板 43 成为直线偏光。当该直线偏光入射在 $1/4$ 波长板 44 上，使偏光板 43 的透过轴和 $1/4$ 波长板 44 的滞相轴成 45° 角时，变成圆偏光，透过在基板 17 上形成的滤色器层（没有示出）。另外，相对于从法线方向入射的光，使用不产生相位差的相位差板 45。

当不加电压时，由于液晶层 20 中的液晶分子在基板面上大致为垂直地取向，入射光以相位差大致为 0 透过，由下侧基板 1 上形成的反射电极反射。反射的圆偏光再次在液晶层 20 中通过，通过滤色器层，再次以圆偏光通过光学各向异性为负的相位差板 45，经过 $1/4$ 波长板 44，变换成与最初入射透过偏光板 43 时的偏光方向垂直的偏光方向的直线偏光，到达偏光板 43。因此光不透过偏光板 43，成为黑显示。

另一方面，当加电压时，液晶层 20 中的液晶分子，从与基板面垂直的方向向水平该倾斜，因此，入射的圆偏光，由液晶层 20 的双折射

变成椭圆偏光，被在下侧基板 1 上形成的反射电极反射。反射的光的偏光状态进一步因液晶层 20 发生变化，再次通过在液晶层 20、通过滤色器层、再次通过光学各向异性为负的相位差板 45，作为椭圆偏光入射至 $1/4$ 波长板 44，因此，到达偏光板 43 时，透过偏光板 43 而不成成为与入射时的偏光方向垂直的直线偏光。即，通过调节所加电压，可以控制液晶分子的倾斜程度，调整可以透过偏光板 43 的反射光量，可以进行灰度等级显示。

另外，在透过模式的显示中，上下二块偏光板 43 和偏光板 40 的透过轴配置成分别垂直，从光源射出的光由偏光板 40 变成直线偏光。当该直线偏光入射至以使得偏光板 40 的透过轴和 $1/4$ 波长板 41 的滞相轴成 45° 的发生配置的 $1/4$ 波长板 41 时，变成圆偏光，再经过光学各向异性为负的相位差板 42，入射到下侧的基板 1 的透过区域 A。这里，可使用相对从法线方向入射的光，不产生相位差的相位差板 42。

当不加电压时，由于液晶层 20 中的液晶分子的取向为大致与基板面垂直，因此，入射光在相位差大约为 0 时透过，以圆偏光状态入射在下侧基板 1 上，再在圆偏光状态下，经过液晶层 20 和上侧的基板 17，透过上侧的光学各向异性为负的相位差板 45，到达 $1/4$ 波长板 44。这样，通过以使下侧的 $1/4$ 波长板 41 和上侧的 $1/4$ 波长板 44 的滞相轴互相正交的方式配置，透过来的光通过上侧的 $1/4$ 波长板 44 消除下侧的 $1/4$ 波长板 41 生成的相位差，回到原来的直线偏光。透过上侧的 $1/4$ 波长板 44 的光成为与偏光板 40 的透过轴（偏光轴）平行的直线偏光，通过偏光板 40 和与透过轴正交的偏光板 43 吸收，成为黑显示。

另一方面，当加电压时，由于液晶层 20 中的液晶分子 21，从与基板面垂直的方向，向水平方向倾斜，入射到液晶显示装置的入射圆偏光，经液晶层 20 双折射，成为椭圆偏光，并通过上侧的 CF 基板 17 和上侧的光学各向异性为负的相位差板 45 与 $1/4$ 波长板 44，作为椭圆偏光。然后，到达偏光板 43。由此，不成为与入射时的偏光成分垂直的直线偏光。因此，通过偏光板 43，光可透过。即，通过调节所加电压，可以控制液晶分子的倾斜方向，调制透过光可透过偏光板 43 的光量，可以进行灰度等级显示。

光学各向异性为负的相位差板，可将液晶分子在垂直取向状态下

的视野角变化时的相位差的变化量抑止至最小，可以抑止在广视野角侧观察时的黑色的浮动。另外，也可使用将光学各向异性为负的相位差板与 $1/4$ 波长板作成一体的双轴性相位差板，取代负的相位差板与 $1/4$ 波长板的组合。

如本发明那样，在不加电压时，进行黑显示，在加电压时，在放射状倾斜取向区域中进行成为白显示的正常黑色模式的情况下，通过在液晶显示装置（液晶面板）的上下位置一对 $1/4$ 波长板，可以消除偏光板引起的消光模式，改善亮度。另外，在使上下的偏光板的透过轴互相垂直配置，在放射状倾斜取向区域中进行正常的黑色模式的情况下，原理上可以实现与配置在正交尼科尔晶上的一对偏光板同程度的黑色显示，因此可实现极高的对比度比，同时可以达到在全方位的取向中引导的广视野角特性。

（透过型液晶显示装置）

首先参照图 5 说明本发明第一方面的实施例的透过型液晶显示装置 100 的结构。图 5 为示意性地表示透过型液晶显示装置 100 的一个像素的结构图；(a) 为平面图，(b) 为沿着图 5 (a) 中的 5B-5B' 线的截面图。

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 相对设置的透明基板 110b，和设在透明基板 110a 与 110b 之间的垂直取向型液晶层 120。在与基板 110a 和 110b 上的液晶层 120 连接的面上，设置垂直取向膜（图中没有示出）。当不加电压时，液晶层 120 的液晶分子在垂直取向膜的表面上大致垂直地取向。液晶层 120 包含介电各向异性为负的向列的液晶材料。根据需要还可以含有手(征)性物质。

液晶显示装置 100 具有透明基板 110a 上形成的像素电极 111；和在透明基板 110b 上形成的对向电极 131。设在像素电极 111 和对向电极 131 之间的液晶层 120 规定像素。另外，像素电极 111 和对向电极 131 都是用透明导电层（例如 ITO 层）形成的。典型是，在透明基板 110b 的液晶层 120 侧上，形成与像素对应而设的滤色器 130（将多个滤色器综合，将全体称为滤色器层 130）、和在相邻的滤色器 130 之间（即相邻的像素之间）设置的黑矩阵（遮光层）132；在它们上可形成

对向电极 131；也可在对向电极 131 上（液晶层 120 侧）形成滤色器层 130 和黑矩阵 132。

像素电极 111 具有在规定位置上形成的二个切口部 113。另外，在透明基板 110a 的液晶层 120 上设置壁结构体 115。壁结构体 115 包含包围像素电极 111 设置的壁部分，和在矩形切口部 113 内，与它平行设置的壁部分，和进一步以连结这些结构的方式延伸的壁部分。

当将规定电压加在该液晶层上时，在用壁结构体 115 包围的区域内，分别形成呈放射状倾斜取向的二个液晶区域。这里例示的壁结构体 115 是作为连续的壁设置的，但不是仅限于此，隔断成多个壁也可以。由于该壁结构体 115 的作用为规定液晶区域的边界，因此优选具有某一定长度。例如，在由多个壁构成壁结构体的情况下，优选是各个壁的长度，比相邻的壁之间的长度长。

如果在遮光区域中形成用于规定液晶层 120 厚度（也称为单元间隙）的支承体 133，则由于没有降低显示品质而优选。支承体 133 可利用感光性树脂，通过光刻工序形成。支承体 133 可以在透明基板 110a 和 110b 的任何一个上形成，如例子所示，不是仅限于设在设置有遮光区域中的壁结构体 115 上的情况。当在壁结构体 115 上形成支承体 133 时，壁结构体 115 的高度与支承体 133 的高度之和设定为液晶层 120 厚度。在支承体 133 设在不形成壁结构体 115 的区域中的情况下，支承体 133 的高度设置为液晶层 120 的厚度。

在透明基板 110a 的液晶层 120 上可设置 TFT 等有源元件和与 TFT 连接的栅极布线与源极布线等电路元件（图中都未示出）。另外，将透明基板 110a，在透明基板 110a 上形成的电路元件和上述像素电极 113，壁结构体 115，支承体 133 和取向膜等集合，成为有源矩阵基板。另一方面，将透明基板 110b，在透明基板 110b 上形成的滤色器层 130，黑矩阵 132，对向电极 131 和取向膜等集合，成为对向基板或滤色器基板。

另外，在上述说明中省略了，液晶显示装置 100 还具有通过透明基板 110a 和 110b 互相相对配置的一对偏光板。典型的是一对偏光板配置为使透过轴互相垂直。又如上所述，可以设置双轴性光学各向异性媒体层或单轴性光学各向异性媒体层。

（半透过型液晶显示装置）

其次，参照图 6 说明本发明第一方面的实施例的半透过型液晶显示装置 200 的结构。

图 6 为示意性地表示本发明的第一方面的实施例的半透过型液晶显示装置 200 的一个像素的结构图；(a) 为平面图，(b) 为沿着图 6(a) 中的 6B-6B' 的截面图。

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 相对设置的透明基板 210b、和设在透明基板 210a 与 210b 之间的垂直取向型液晶层 220。在与基板 210a 和 210b 上的液晶层 220 连接的面上，设置垂直取向膜（图中没有示出）。当不加电压时，液晶层 220 的液晶分子在相对垂直取向膜的表面大致垂直地取向。液晶层 220 包含介电各向异性为负的向列的液晶材料。根据需要还可以含有手(征)性物质。

液晶显示装置 200 具有透明基板 210a 上形成的像素电极 211；和在透明基板 210b 上形成的对向电极 231。设在像素电极 211 和对向电极 231 之间的液晶层 220 规定像素。如后所述，在透明基板 210a 上形成 TFT 等电路元件。将透明基板 210a 和在其上形成的结构元件集合，即成为有源矩阵基板 210a。

典型结构是，在透明基板 210b 的液晶层 220 上，形成与像素对应而设的滤色器 230（将多个滤色器集合，将全体称为滤色器层 230）、和在相邻的滤色器 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，但也可在对向电极 231 上（液晶层 220 侧）形成滤色器层 230 和黑矩阵 232。将透明基板 210b 和在其上形成的结构元件整体称为对向基板（滤色器基板）210b。

像素电极 211 具有由透明导层（例如 ITO 层）形成的透明电极 211a，和由金属层（例如 Al 层，含 Al 的合金层，和含有其中任何一个的层叠膜）形成的反射电极 211b。结果，像素包含由透明电极 211a 规定的透过区域 A，和由反射电极 211b 规定的反射区域 B。透过区域 A 进行透过模式下的显示，反射区域 B 进行反射模式下的显示。

像素电极 211 具有规定位置上形成的切口部 213。另外，在透明基板 210a 的液晶层 220 上设置壁结构体 215；壁结构体 215 包含包围像素电极 211 而设置的壁部分；和在矩形的切口部 213 内，与它平行设

置的壁部分；与以连接它们的方式延伸的壁部分。

当将规定的电压加在该液晶层上时，在由壁结构体 215 包围的区域内，分别形成放射状倾斜取向的三个液晶区域。这里例示的壁结构体 215 作为连续的壁设置，但不是仅限于此；分隔成多个壁也可以。由于该壁结构体 215 的作用是规定液晶区域的边界，优选具有一定的长度。例如，在由多个壁构成的壁结构体的情况下，单个壁的长度优选比相邻的壁之间的长度要长。

在图 6 中，表示在透过区域 A 中形成二个液晶区域，在反射区域 B 中形成一个液晶区域的例子，但不是仅限于此。另外，各个液晶区域作成大致的正方形，从视野角特性和取向稳定性的观点来看优选。

液晶显示装置 200 具有壁结构体 215，它在设在相邻的像素之间的遮光区域的透明基板 210a 上。这里例示的壁结构体 215 设置为包围像素的连续的壁，但不是仅限于此，分隔成多个壁也可以。该壁结构体 215 的作用为规定在液晶区域的像素的外延部分附近形成的边界。因此优选具有一定长度。例如，在由多个壁构成壁结构体 215 的情况下，优选各个壁的长度比相邻壁之间的长度长。

如果在遮光区域中形成用于规定液晶层 220 厚度（也称为单元间隙）的支承体 233，则由于没有降低显示品质而优选。支承体 233 可利用感光性树脂，通过光刻工序形成。支承体 233 可以在透明基板 210a 和 210b 的任何一个上形成，如例子所示，不是仅限于设置在设在遮光区域中的壁结构体 215 上的情况。当在壁结构体 215 上形成支承体 233 时，壁结构体 215 的高度与支承体 233 的高度之和设定为液晶层 220 厚度。在支承体 233 设在不形成壁结构体 215 的区域中的情况下，支承体 233 的高度设定为液晶层 220 的厚度。

其次，说明在可以进行透过模式显示和反射模式显示二者的半透型液晶显示装置 200 中的特有的优选结构。

在透过模式显示中，显示用的光只一次通过液晶层 200，而在反射模式显示中，显示用的光二次通过液晶层 220。因此，如图 6 (b) 示意性地所示，优选透过区域 A 的液晶层 220 的厚度 dt 约为反射区域 B 的液晶层 220 的厚度 dr 的二倍。通过这样设定，液晶层 220 给与两种显示模式的光的阻滞大致相等。 $dt=0.5dr$ 为优选，但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$

范围内，利用两种显示模式，可以在两显示模式下实现良好的显示。根据用途不同，也可以为 $dt=dr$ 。

在液晶显示装置 200 中，为了使反射区域 B 的液晶层 220 的厚度比透过区域 A 的液晶层的厚度小，可以只在玻璃基板 210b 的反射区域 B 上设置透明的介电层 234。另外，如图所示，优选对向电极 231 覆盖透明介电层 234（即在液晶层 220 侧）。这样，当采用在对向基板 210b 上设置透明介电层 234 的结构时，在反射电极 211b 下面使用绝缘膜等，可以不需要设置台阶差，因此有源矩阵基板 210a 的制造简单。另外，当将反射电极 211b 设置在用于为了调整液晶层 220 的厚度而设置台阶差的绝缘膜上时，通过覆盖绝缘膜的斜面（锥度部分）的反射电极遮住用于透过显示的光；或者由形成于绝缘膜的斜面上的反射电极反射的光，在内部反复地反射，产生反射显示时不能有效利用的问题。采用上述结构，可以抑制这些问题的发生，改善光的利用效率。

另外，当采用具有使光在该透明介电层 234 上散射的功能（扩散反射功能）的结构时，即使不将扩散反射功能赋与反射电极 211b，也可实现接近纸白色的良好的白显示。即使不将光散射功能赋与透明介电层 234，通过将反射电极 211b 的表面作成凹凸形状也可实现接近纸白色的白色显示。但凹凸形状有时也可使放射状倾斜取向的中心位置不稳定。与此相对，如果采用具有带有光散射功能的透明介电层 234 和平坦的表面的反射电极 211b，利用在反射电极 211b 上设置的开口部 214，可以更可靠地使中心位置稳定，这是一个优点。当为了将扩散反射功能赋与反射电极 211b，而在其表面上设置凹凸时，优选凹凸形状作成连续的波状，以便不产生干涉色，并使放射状倾斜取向中心稳定。

另外，在透过模式下，显示用的光仅一次通过滤色器层 230，而在反射模式显示中，显示用的光二次通过滤色器层 230。因此，当作为滤色器层 230，使用在透过区域 A 和反射区域 B 中相同的光学浓度的滤色器层时，反射模式的色纯度和/或亮度降低。为了抑制这个问题的发生，优选使反射区域的滤色器层的光学浓度比透过区域的滤色器层小。所谓光学浓度为赋与滤色器层特征的特性值。如果减少滤色器层的厚度，则可以减小光学浓度。或者，在滤色器层的厚度保持原状时，降低添加的色素浓度，也可以减小光学浓度。

以下，具体地说明试作的液晶显示装置的显示特性。

(试作例 1)

在形成信号线和 TFT (薄膜晶体管) 的有源矩阵基板上，设置如图 7 (a) 所示的像素电极 (ITO 层: 透明电极) 6 和壁结构体 15。这时，切口部宽度 13 的宽度为 $8\mu\text{m}$ ，壁结构体 15 的宽度为 $6\mu\text{m}$ 。在与壁结构体 15 不同的地方，形成规定单元 (cell) 厚度的支承体。该支承体的高度为 $4.0\mu\text{m}$ 。

在以上这样制造的有源矩阵基板和滤色器层，以及形成电极层的对向基板 (滤色器基板) 上涂布垂直取向剂，通过烧结，在基板上形成垂直取向层。将有源矩阵基板和对向基板贴合，注入具有负的介电常数各向异性的液晶材料 ($\Delta n=0.101, \Delta \varepsilon=-5.0$)，密封后制作液晶显示装置。接着，在这个液晶显示装置的结构基板的两个表面上配置光学滤光器，得到液晶显示装置。

本试作例的液晶显示装置的结构，按从上面开始的顺序，作成偏光板 (观察侧)、 $1/4$ 波长板 (相位差板 1)，光学各向异性为负的相位差板 (相位差板 2 (NR 板))，液晶层 (上侧为滤色器基板，下侧为有源矩阵基板)，光学各个异性为负的相位差板 (相位差板 3 (NR 板))， $1/4$ 波长板 (位相差板 4)，偏光板 (背灯侧) 的层叠结构。另外，在液晶层的上下 $1/4$ 波长板 (相位差板 1 和相位差板 4) 处，使相互的滞相轴垂直正交，使各个相位差为 140nm (可视光 (560nm) 的 $1/4$)。

光学各向异性为负的相位差板 (相位差板 2 和相位差板 3) 在与光轴 (与薄膜表面垂直) 和薄膜面平行的方向上的相位差作成 135nm 。另外，在二块偏光板 (观察侧和背灯侧) 中，与透过轴垂直配置。

将驱动信号加在液晶显示装置上 (将 4V 加在液晶层上) 评价显示特性。试作例 1 具有图 8 所示的良好的电压—透过率特性。在透过显示下的视角对比度特性结果如图 9 所示。透过显示下的视野角特性表示出大致为全方位对称的特性， $\text{CR}>10$ (粗线区域) 区域为 $\pm 80^\circ$ 而良好，在正面的透过对比度高达 $300:1$ 以上。关于中间色调的响应速度，在 8 个灰度等级水平中， $6 \rightarrow 7$ 灰度等级 (接近黑色的低电压) 响应时间为 20msec ，与没有壁结构体的情况比较，具有高速响应特性。

(试作例 2)

在有源矩阵基板上形成具有与试作例 1 同样形状的切口部 13 的像素电极 6。然后，如图所示，在 ITO 电极上形成壁结构体。这时，切口部 13 的宽度为 $6\mu\text{m}$ ，壁结构体的宽度为 $3\mu\text{m}$ 。规定单元间隙的支承体的高度为 $3.0\mu\text{m}$ 。以后的工序与试作例 1 同样进行来制造液晶显示装置。本试作例的液晶显示装置在全方位具有良好的视野角特性和高的对比度特性。

(试作例 3)

在形成有与试作例 1 同样的像素电极 6 和壁结构体 15 的有源矩阵基板上，在与壁结构体 15 不同的地方（遮光区域）上，形成规定单元厚度的支承体。该支承体的高度为 $4.5\mu\text{m}$ 。以后的工序，与试作例 1 同样进行来制造液晶显示装置。

在从广视野角观察本试作例的面板的情况下，在像素上观察到粗糙。在偏光显微镜下，用正交尼科耳观察看见粗糙的地方，其放射状倾斜取向中心，在各个像素中从像素中心偏离。从这里可看出，切口部宽度相对于液晶层的厚度过大为优选。

(试作例 4)

形成与试作例 1 同样的像素电极 6 和壁结构体 15。这时，切口部 13 的宽度为 $6\mu\text{m}$ ，壁结构体 15 的宽度为 $1\mu\text{m}$ ，规定单元间隙的支承体的高度为 $3.0\mu\text{m}$ 。以后的工序与试作例 1 同样进行来制造液晶显示装置。

在从广视野角观察本试作例的面板的情况下，在像素上看得见粗糙。在偏光显微镜下，用正交尼科耳观察看得见粗糙地方，其放射状倾斜取向中心在各像素中从像素中心偏离。从这里看出，壁结构体的宽度比切口部宽度极端小不为优选。

(试作例 5)

在形成有与试作例 1 同样的像素电极 6 的有源矩阵基板上形成宽度为 $8\mu\text{m}$ 的壁结构体 15。然后，经过与试作例 1 同样的工序，制造液晶显示装置。

在观察本试作例的液晶显示装置时，在黑显示中感觉黑色浮动。在偏光显微镜下观察像素，发现壁结构体在透过区域周边上存在，产生光泄漏。从这里可看出，壁结构体的宽度比切口部宽度大不为优选。

(试作例 6)

在形成有与试作例 1 同样的像素电极 6 的有源矩阵基板上, 形成壁结构体。这时, 切口部 13 的宽度为 $8\mu\text{m}$, 壁结构体的宽度为 $5\mu\text{m}$ 。在该有源矩阵基板上, 在与壁结构体不同的地方, 形成规定单元间隙的支承体。该支承体的高度为 $2.5\mu\text{m}$ 。以后, 经过与试作例 1 同样的工序, 制造液晶显示装置。

在本试作例的液晶显示装置中, 由于基于电压信号变化的阻滞变化小, 液晶层的透过率低, 因此显示比较暗。从这里可看出, 透过区域的液晶层厚度比切口部 13 的宽度小不为优选。

(试作例 7)

在有源矩阵基板上形成具有与试作例 1 同样形状的切口部 13 的像素电极 6。不形成壁结构体, 而在该有源矩阵基板上, 与壁结构体不同的地方, 形成规定单元间隙的支承体。该支承体高度为 $3.6\mu\text{m}$ 。以后, 经过与试作例 1 同样的工序, 制造液晶显示装置。

评价该液晶显示装置的 8 个灰度等级水平中的中间色调 (6→7 灰度等级) 的响应时间, 显示大约 120msec 的非常慢的响应特性。这表示, 在由切口部引起的黑显示的限制力小的情况下, 液晶分子取向稳定需要时间。

(试作例 8)

在有源矩阵基板上, 形成如图 7 (b) 所示的透明电极 (ITO 图形) 和反射电极 (Al 图形), 分别作为透过区域和反射区域。在电极上形成壁结构体。这时, 切口部 13 的宽度为 $8\mu\text{m}$, 壁结构体 15 的宽度为 $6\mu\text{m}$ 。在显示外区域形成单元间隙厚度设定用的支承体。该支承体的高度为 $3.6\mu\text{m}$ 。

在形成滤色器层作为该有源矩阵基板的对向基板后, 在反射区域中形成大约 $1.8\mu\text{m}$ 厚的台阶差, 在该基板上形成 ITO 电极层, 制造对向基板 (滤色器基板)。

在所得到的有源矩阵基板和对向基板上涂布垂直取向剂, 接着在 180°C 下, 烧结 1.5 小时, 在基板上形成垂直取向层。将这些基板贴合, 注入具有负的介电常数各向异性的液晶材料, 通过密封, 制造液晶显示装置。这时, 通过在滤色器基板上形成的台阶差 $1.8\mu\text{m}$, 和单元间

隙调整用的支承体 $3.6\mu\text{m}$ ，透过区域的液晶层的厚度为 $3.6\mu\text{m}$ ，反射区域的液晶层的厚度为 $1.8\mu\text{m}$ 。以后，与试作例 1 同样，根据光学薄膜的设定，将薄膜贴在液晶显示装置上制造液晶显示装置。透过显示的特性具有与试作例 1 大致相同的良好的显示特性。另外，作为反射显示的特性，以标准扩散板作为基准，大约为 8.5%（开口率 100% 的换算值），对比度比为 20。可得到图 10 所示的良好的电压-反射率特性。

表 1 集合表示改变上述全部试作例的切口部 13 的宽度，壁结构体的宽度，透过区域的液晶层厚度的数值时，显示是否良好。

(表 1)

	EW (μm)	WW (μm)	DT (μm)	满足 $0.4\text{EW} < \text{WW} < 0.8\text{EW}$ 否?	满足 $1.8\text{DT} < \text{EW} < 2.5\text{DT}$ 否?	显示品位
试作例 1	8	6	4	$3.2(0.4\text{EW}) < \text{WW} = 6 < 6.4(\text{EW} \times 0.8)$:○	$6.48(1.8\text{DT}) < \text{EW} = 8 < 9(2.5\text{DT})$:○	良好
试作例 2	6	3	3	$2.4(0.4\text{EW}) < \text{WW} = 3 < 4.8(0.8 \times \text{EW})$:○	$5.4 < \text{EW} = 6 < 7.5(2.5\text{DT})$:○	良好
试作例 3	6	3	4.5	$2.4(0.4\text{EW}) < \text{WW} = 3 < 4.8(0.8 \times \text{EW})$:○	$8.1(1.8\text{DT}) > \text{EW} = 6$:×	中心位置每一个 像素不同→粗糙
试作例 4	6	1	3	$2.4(0.4\text{EW}) > \text{WW} = 1$:×	$5.4 < \text{EW} = 6 < 7.5(2.5\text{DT})$:○	中心位置每一个 像素不同→粗糙
试作例 5	8	8	3.6	$\text{WW} = 8 > 6.4(0.8 \times \text{EW})$:×		显示部分漏光
试作例 6	8	5	2.5	$3.2(0.4\text{EW}) < \text{WW} = 5 < 6.4(\text{EW} \times 0.8)$:○	$\text{EW} = 5 = 5(2.5\text{DT})$:×	透过率低
试作例 8	7	5	3.6	$2.8(0.4\text{EW}) < \text{WW} = 5 < 5.6(0.8 \times \text{EW})$:○	$6.48(1.8\text{DT}) < \text{EW} = 7 < 9(2.5\text{DT})$:○	良好

如上所述，根据本发明的第一方面的实施例，单侧基板（例如有源矩阵基板）上形成取向控制用的电极切口部和具有倾斜的侧面的壁结构体，由此，可以制造在全方位视野角特性好，具有高对比度特性的液晶显示装置。

其次，说明本发明的第一方面的其他实施例的液晶显示装置。

以下说明的实施例的液晶显示装置，在设置有壁结构件的基板（第一基板，例如有源矩阵基板）和反对侧基板（第二基板，例如对向（CF）基板）上还具有介电结构体（凸部）这点上，与先前实施例的液晶显示装置不同。在以下的说明中，与先前实施例的液晶显示装置共同的结构元件，用相同的符号表示，省略其说明。

先前的实施例的液晶显示装置，利用在单侧的基板上设有取向控制结构（壁结构体，电极开口部和/或电极切口部）的单纯的结构，使液晶层的放射状倾斜取向稳定；而在本实施例的液晶显示装置中，将介电结构体配置在由设置于单侧基板上的壁结构体实质上包围的区域内的另一基板上，利用通过液晶层从互相相对的上下基板限制液晶分子的取向，这样使放射状倾斜取向更加稳定。结果，压紧面板时的复原力增大，难以产生取向混乱，或者，即使产生取向混乱，但在短时间内就回复。另外也可增大中间色调显示状态的响应时间的缩短效果。

现参照图 11 和图 12 来说明本实施例的液晶显示装置的液晶分子的取向状态。

图 11 (a) 和(b)与先前实施例的液晶显示装置的图 1 (a) 和(b)对应，图 11 (a) 示意性地表示不加电压，图 11 (b) 为加电压时的液晶分子的取向状态。

参照图 1(a)和 (b) 来说明。利用设置在像素电极 6 上的开口部 14 生成的倾斜的电场和由设置在开口部 14 内的壁结构体 15 的倾斜侧面产生的取向限制力（锚定效果），形成在由开口部 14 和壁结构体 15 实质上包围的区域（子像素）中呈放射状倾斜取向的液晶区域。本实施例的液晶显示装置，在上侧基板 17 的液晶层 20 的子像素的大致中心处，还具有介电结构体 25。该介电结构体 25 的倾斜侧面的取向限制力（锚定效果），使液晶分子 21 的放射状倾斜取向更稳定。另外，如图 11 中简略地所示，垂直取向膜 32 覆盖该介电结构体 25。

从图 11 (b) 可以看出，在第二基板（对向基板）17 的液晶层 20 上设置的介电结构体 25 的倾斜侧面而产生的取向限制力，和在第一基板（有源矩阵基板）上设置的取向限制结构（壁结构体和电极开口部等）产生的取向限制力发生作用使液晶分子 21 在相同的方向上取向，因此，子像素内的液晶分子的放射状倾斜取向更稳定。另外，由于放射状倾斜取向以在子像素的大致中心处设置的介电结构体 25 为中心形成，因此，放射状倾斜取向的中心固定在该介电结构体 25 的附近。

这时，当加电场时，介电各向异性为负的液晶分子与电场方向垂直地（液晶分子的长轴与基板表面平行）倾倒，优选是如图 11 (b) 中箭头那样，相对于介电结构体 25 的倾斜侧面倒向外侧。若向与此相反

的方向倾倒，则会发生向错线（disclination line）。

这样，主要由设置在第一基板上的取向限制结构（壁结构体和电极开口部等）限制子像素的周边的液晶分子的取向方向，而设置在第二基板上的取向限制结构（介电结构体）则限制子像素的大致中心部的液晶分子的取向，这样，中间色调显示的响应时间可缩短；或者，当压紧面板时可缩短产生的余象消失为止的时间。现参照图 12(a)~(c)来说明其理由。

图 12(a)~(c)为示意性地表示本实施例的液晶显示装置的子像素内的液晶分子的取向的图，(a)为表示不加电压时，(b)为表示加电压后，(c)为表示加电压后经过足够长时间的状态。在图 12 中没有表示设置在子像素周围的取向限制结构（包围子像素的壁结构体和电极开口部等）。

如图 12 (a) 所示，在不加电压的状态下，液晶分子 21 的取向大致与基板表面垂直。但是图中忽视了介质结构体 25 的倾斜侧面附近的液晶分子，为了与倾斜侧面垂直地取向而倾斜（预倾斜）。

当加电压时，如图 12 (b) 所示，从接受设在子像素周围的取向限制的取向限制力的子像素周围的液晶分子，和接受介电结构体 25 的取向限制力的中心附近的液晶分子，开始倾斜。

以后，随着时间的经过，设在子像素周围的取向限制结构和介电结构体 25 之间存在的液晶分子连续地取向。

这样，通过将介电结构体 25 设在子像素的大致中心，从介电结构体 25 附近和子像素周边的取向限制结构双方进行液晶分子的取向限制，由此，可得到缩短中间色调显示状态的响应时间和对板的挤压的复原力增大的效果。

（介电结构体）

介电结构体优选在与实质上由壁结构体包围的各个区域内的规定位置即各个区域的大致中心的位置的相对的基板的液晶层上形成。这里，所谓实质上被壁结构体包围是指通过规则地配置像素的显示区域，利用形成图形的壁结构体（连续的台阶差结构物或不连续的台阶差结构物），根据需要，进行分割包围。在本发明中，在各个细分的区域内，利用壁结构体和介电结构体等的取向限制结构产生的作用，液晶区域

采呈放射状倾斜取向。

介质结构体优选配置在实质上被壁结构体包围的子像素的大致中心。当令介电结构体的底面积 S_b 对于子像素（液晶区域）的面积 S_d 的比率的百分数为 S_a （%）时，优选 S_a 的值满足 $2 \leq S_a \leq 25$ 的关系。当 S_a 的值比上述范围小时，得不到足够的稳定液晶分子取向状态的作用。另一方面，当 S_a 值在比上述范围大时，配置在像素内的介电结构体占据的面积比率过大，实效开口率显著减小，导致显示亮度降低。另外，在介电结构体的倾斜部分（侧面）附近，使相对于偏光板的偏光轴在倾斜的方向取向的液晶分子通过的偏光具有相位差，因此结果引起光泄漏，对比度比降低。由此，介电结构体的大小优选在上述范围内。

另外，为了防止在介电结构体附近的光泄漏，根据需要可以在基板 210b 上设置遮光层。遮光层可用众所周知的方法，在遮光性的金属膜或具有遮光功能的绝缘膜（例如黑色树脂膜）上形成图形而形成。通过设置遮光层，可以抑制对比度比的降低。此外，该遮光层可设置在与介电结构体对向的位置的有源矩阵基板上。

介电结构体的截面形状（与基板表面平行的表面内的截面形状），优选与像素或子像素的形状一致。例如，对于矩形的像素（或子像素），优选为矩形或正方形或其角上有曲面的形状、或者为圆形或椭圆形。特别是，在截面形状中含有曲面的情况下，因为介电结构体周围的液晶分子容易连续地呈放射状倾斜取向，可以抑制向错的产生。

其次，图 13 中表示设置有介电结构体的半透过型液晶显示装置的例子。图 13（a）表示平面图，图 13（b）表示沿着图 13（a）中的 13B—13' 线的截面图。

图 13 所示的半透过型液晶显示装置 200' 相当于在图 6 所示的先前实施例的半透过型液晶显示装置 200 上的三个子像素的各自大致中心处，分别设置介电结构体（凸部）225。但是，间隙设在像素电极 211 和壁结构 215 之间，并且壁结构体 215 仅设在像素电极 211 的周边和切口部 213 内，而不设在像素电极 211 上。通过省略像素电极 211 上的壁结构 215，可以抑止开口率的减小和/或光泄漏。

本实施例的液晶显示装置 200' 比先前实施例的液晶显示装置 200

的放射状倾斜取向的稳定性高，压紧板面时形成的取向紊乱被消除所需的时间短，而且，中间色调显示的响应特性好。

以下举例说明试作例 9~13 的评价结果。试作例 9~13 基本上用与上述试作例 1 同样的方法制造。

这里，取子像素的大小为 $55\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ ($S_d=3300\ \mu\text{m}^2$)，在与各个子像素的大致中心对应的第二基板 210b 上的位置，形成介电结构体 225。介电结构体 225 利用透明的感光性树脂，用光刻法处理制成。

介电结构体 225 的底面积 S_b 在试作例 9 中为 $78\ \mu\text{m}^2$ (底面直径为 $10\ \mu\text{m}$ 的圆锥台形)，在试作例 10 中为 $845\ \mu\text{m}^2$ (底面直径为 $32.8\ \mu\text{m}$ 的圆锥台形)，试作例 11 中为 $480\ \mu\text{m}^2$ (具有 $20\ \mu\text{m} \times 24\ \mu\text{m}$ 的带曲面的矩形底面的四方锥台形)，试作例 12 中为 $64\ \mu\text{m}^2$ (底面直径为 $9\ \mu\text{m}$ 的圆锥台形)，试作例 13 中为 $908\ \mu\text{m}^2$ (底面直径为 $34\ \mu\text{m}$ 的圆锥台形)。这些液晶显示装置与试作例 1 同样，在该液晶显示装置的结构基板的两个表面上配置光学薄膜，得到液晶显示装置。光学薄膜的结构与试作例 1 相同。

将驱动信号加在各个液晶显示装置上 (加 4V 到液晶层上)，评价显示特性。关于显示特性是评价加 4V 电压时的正面对比度 (CR) 值，和在 $1\ \text{kg f/cm}^2$ 压力下挤压板的耐挤压性 (消除余象为止的时间)。

关于中间色调显示状态的响应时间是评价在 8 个灰度等级水平中，从灰度等级 6 至灰度等级 7 (接近黑显示的低电压电平) 的响应所需的时间，正面对比度值的设计值为 300，下限允许值为 270。耐挤压性评价是评价加压后的取向复原力，在 1 分钟内消除不良取向 (识别不出来) 时为 \circ ，1 分钟以上 5 分钟以内消除不良取向为 \triangle (允许下限)，经过 10 分钟以上后还有取向紊乱残留时为 \times 。

评价结果表示在表 2 中。

(表 2)

	底面积 S_r (μm^2)	S_a (%)	中间色调响应时间 (ms)	耐挤压性	正面 CR
试作例 9	78	2.2	18	Δ	340
试作例 10	845	23.6	14.5	\circ	275
试作例 11	480	13.4	16.5	\circ	300
试作例 12	64	1.8	20	\times	345
试作例 13	908	25.4	14	\circ	260

从表 2 的结果可看出，通过设置介电结构体，中间色调响应时间缩短，耐挤压性提高。另外，从试作例 12 的结果可看出，当 S_a 不足 2% 时，设置介电结构体的效果不能充分发挥。另外，从试作例 13 的结果可看出，当 S_a 超过 25% 时，中间色调响应的的时间缩短，耐挤压性提高，但正面对比度降低，不为优选。综合这些，优选是介电结构体满足 $2 \leq S_a \leq 25$ 的关系。当然根据用途，与优选的特性相适应，可以改变 S_a 的范围。

另外，在与试作例 11 同样结构的面板中，为了防止从介电结构体附近的光泄漏，配置遮光层。可确认正面对比度比可上升至 380。另外，在此，在第二基板 210b 上的位置上形成介电结构体 225 之前的形成黑矩阵（遮光层）232 的工序中，在形成介电结构体 225 的位置上形成比介电结构体 225 的底面更大的面积的遮光层。

这样，通过配置介电结构体 25，可以大大改善上述作用导致的放射状倾斜取向的稳定性，缩短中间色调显示状态的响应时间和提高对面板挤压的复元力。

其次，说明本发明的第二方面的实施例的液晶显示装置的结构。

本发明的第二方面的液晶显示装置是设置在第一电极（例如像素电极）上的开口部有固定放射状倾斜取向的中心轴位置的作用，切口部规定由电场使在倾斜取向区域内的液晶分子倾倒方向的作用。在第一方面的实施例的液晶显示装置中，通过实质上包围液晶区域的周围的壁结构体，使液晶区域内的液晶分子成放射状倾斜取向；在第二方面的液晶显示装置中，利用配置在液晶区域大致中心的开口部形成放射状倾斜取向。在第二方面的实施例的液晶显示装置中，壁结构体可

与切口部并用。

(透过型液晶显示装置)

首先,参照图14,说明本发明的第二方面的实施例的透过型液晶显示装置300的结构。图14为示意性地表示透过型液晶显示装置300的一个像素的结构图,(a)为平面图,(b)为沿着图14(a)的14B—14B'线的截面图。

液晶显示装置300具有透明基板(例如玻璃基板)310a,与透明基板310a相对设置的透明基板310b,设在透明基板310a和310b之间的垂直取向型的液晶层320。在与基板310a和310b上的液晶层320连接的面上,设置垂直取向膜(图中没有示出)。当不加电压时,液晶层320的液晶分子的取向为大致相对垂直取向膜的表面垂直。液晶层320包含介电各向异性为负的向列的液晶材料。根据需要还可以含有手(征)性物质。

液晶显示装置300具有透明基板310a上形成的像素电极311;和在透明基板310b上形成的对向电极331。设在像素电极311和对向电极331之间的液晶层320规定像素。另外,像素电极311和对向电极331都是用透明导电层(例如ITO层)形成的。典型结构是,在透明基板310b的液晶层320上,形成在与像素对应而设的滤色器330(将多个滤色器综合,将全体称为滤色器层330)、和相邻的滤色器330之间设置的黑矩阵(遮光层)332;在它们之上形成对向电极331;也可在对向电极331上(液晶层320)形成滤色器层330和黑矩阵332。

像素电极311具有在规定位置上形成的、二个开口部314和4个切口部313。当将规定电压加在该液晶层上时,分别形成呈放射状倾斜取向的二个液晶区域,这些液晶区域的放射状倾斜取向中心轴在开口部314内或其附近形成。如后所述,设置在像素电极311上的开口部314可起固定放射状倾斜取向中心轴位置的作用。切口部313设置在放射状倾斜取向区域边界附近,规定由电场引起的液晶分子的倾倒方向,起形成放射状取向区域的作用。在开口部314和切口部313的周边上,由加在像素电极311和对向电极331之间的电压形成倾斜电场。该倾斜电场可规定液晶分子倾斜方向,结果可起如上所述的作用。另外,切口部313具有4个切口部313,它们是以和在像素(这里全部是透过

区域)上形成的液晶区域的中心轴对应的开口部(图14中的右侧的开口部)314为中心,点对称地配置。

通过设置这样的切口部313,可以规定加电压时液晶分子的倾倒方向,形成二个液晶区域。在图14中,不在像素电极311的左侧设置切口部的理由是,由于通过在位于图中示出的像素电极311的左侧的像素电极(图中没有示出)的右端设置的切口部,可得到同样的作用,因此省略了在像素电极311的左端,降低像素有效开口率的切口部。另外,由于由后述的壁结构体315可得到取向限制力,即使不在像素电极311的左端设置切口部,除了与设置切口部的情况同样地可形成稳定的液晶区域以外,还可得到提高有效开口率的效果。

这里形成了4个切口部313,但也可以在相邻的液晶区域之间至少设置一个切口部,例如,在像素中心设置一个细长的切口部,其他省略也可以。

为了固定放射状倾斜取向区域的中心轴而设置的开口部314的形状,优选为圆形,但不是仅限于此。为了发挥全方位大致相等的取向限制力,优选是四边形以上的多边形,正多边形为优选。规定由电场引起的放射状倾斜取向区域内的液晶分子倾倒方向的切口部313的形状,设定成相对于相邻的放射倾斜取向,可发挥大致相等的取向限制力,优选为四边形。

液晶显示装置300具有在相邻的像素之间有遮光区域,在该遮光区域内的透明基板310上的壁结构体315。遮光区域为由在透明基板310a上的像素电极311的周匝区域上形成的例如TFT或栅极信号布线,源极信号布线,或在透明基板310b上形成的黑矩阵所遮光的区域。该区域对显示没有帮助。因此,在遮光区域上形成的壁结构体315对显示没有坏影响。

这里所例示的壁结构体315作为包围像素地连续的壁而设置,但不是仅限于此,隔断成多个壁也可以。该壁结构体315可以起规定在液晶区域的像素的外延部分附近形成的边界的作用,因此优选具有一定的长度。在用多个壁构成壁结构体的情况下,优选各个壁的长度比相邻的壁之间的长度长。

如果在遮光区域(由黑矩阵332规定的区域)上形成规定液晶层

320 的厚度（也称为单元间隙）的支承体 333，则不会降低显示的品质，为优选。支承体 333 可在透明基板 310a 和 310b 的任何一个上形成，并不局限于如例示那样，设置在设在遮光区域上的壁结构体 315 上。当在壁结构体 315 上形成支承体 333 时，壁结构体 315 的高度和支承体 333 的高度之和设定为液晶层 320 的厚度。在不形成壁结构体 315 的区域上设置支承体 333 时，支承体 333 的高度被设定为液晶层 320 的厚度。支承体 333 可利用例如感光性树脂，使用光刻工序形成。

在该液晶显示装置 300 中，当将规定电压（阈值电压以上的电压）加在像素电极 311 和对向电极 331 上时，在二个开口部 314 内或其附近，各自形成中心轴稳定的二个放射状倾斜取向，设置在像素电极 311 长度方向的中心的二个切口部，规定由电场引起的相邻的二个液晶区域内的液晶分子倾倒的方向，而设置在壁结构体 315 和像素电极 311 的角落部的切口部 313，规定由电场引起的液晶区域的像素外延部分附近的液晶分子的倾倒方向。开口部 314 和切口部 313，还有壁结构体 315 产生的取向限制力协同作用，使液晶区域的取向稳定。

在透明基板 310a 的液晶层 320 侧上，设置 TFT 等有源元件和与 TFT 连接的栅极布线和源极布线等电路元件（图中都没有表示）。将透明基板 310a，在透明基板 310a 上形成的电路元件和上述像素电极 311，壁结构体 315，支承体 333 及取向膜等集合，称为有源矩阵基板。另一方面，将透明基板 310b 和在透明基板 310b 上形成的滤色器层 330，黑矩阵 332，对向电极 331 和取向膜等集合，称为对向基板或滤色器基板。

另外，上述说明中省略了，液晶显示装置 300 还具有通过透明基板 310a 和 310b 互相相对配置的一对偏光板。曲型的是，一对偏光板的透过轴互相垂直正交。如后所述，也可设置双轴性光学各向异性媒体层或单轴性光学各向异性膜体层。

（半透过型液晶显示装置）

其次，参照图 15 说明本发明第二方面的实施例的半透过型液晶显示装置 400 的结构。

图 15 为示意性地表示本发明的第二方面的实施例的透过型液晶显示装置 400 的一个像素的结构图，(a) 为平面图，(b) 为沿图 15 (a) 中的 15B—15B' 线的截面图。

液晶显示装置 400 具有透明基板（例如玻璃基板）410a，与透明基板 410a 相对设置的透明基板 410b，和设在透明基板 410a 与 410b 之间的垂直取向型液晶层 420。在与基板 410a 和 410b 上的液晶层 420 连接的面上，设置垂直取向膜（图中没有示出）。当不加电压时，液晶层 420 的液晶分子相对垂直取向膜的表面大致垂直地取向。液晶层 420 包含介电各向异性为负的向列的液晶材料，根据需要还可以含有手(征)性物质。

液晶显示装置 400 具有透明基板 410a 上形成的像素电极 411；和在透明基板 410b 上形成的对向电极 431。设在像素电极 411 和对向电极 431 之间的液晶层 420 规定像素。如后所述，在透明基板 410a 上形成 TFT 等电路元件。将透明基板 410a 和在其上形成的结构元件集合，称为有源矩阵基板 410a。

典型结构是，在透明基板 410b 的液晶层 420 上，形成在与像素对应设置的滤色器 430（将多个滤色器综合，将全体称为滤色器层 430）、和相邻的滤色器 430 之间设置的黑矩阵（遮光层）432。在它们上形成对向电极 431，但也可在对向电极 431 上（液晶层 420）形成滤色器层 430 和黑矩阵 432。将透明基板 410b 和在其上形成的结构元件集合，成为对向基板（滤色器基板）410b。

像素电极 411 具有由透明导电层（例如 ITO 层）形成的透明电极 411a，和由金属层（例如 Al 层，含 Al 的合金层，和含有其中任何一个的层叠膜）形成的反射电极 411b。结果，像素包含由透明电极 411a 规定的透过区域 A，和由反射电极 411b 规定的反射区域 B。透过区域 A 进行透过模式下的显示，反射区域 B 进行反射模式下的显示。

像素电极 411 具有在规定位置上形成的、三个开口部 414 和 4 个切口部 413。当将规定电压加在该液晶层上时，形成分别呈放射状倾斜取向的三个液晶区域，这些液晶区域的各自的放射状倾斜取向中心轴在开口部 414 内或其附近形成。如后所述，设置在像素电极 411 上的开口部 414 可起固定放射状倾斜取向中心轴位置的作用。切口部 413 起规定由电场引起的放射状倾斜取向的区域内的液晶分子倾斜方向的作用。在开口部 414 和切口部 413 的周边上，由加在像素电极 411 和对向电极 431 之间的电压形成倾斜电场。该倾斜电场可规定液晶分子

倾斜方向，结果可起如上所述的作用。另外，切口部 413 具有 4 个切口部 413，它们是以在像素的透过区域 A 中形成的液晶区域的中心轴对应的开口部（图 14 中的右侧的开口部）414 为中心，点对称地配置。通过设置这样的切口部 413，可以规定加电压时液晶分子的倾倒方向，形成三个液晶区域。关于开口部 414 和切口部 413 的配置及其优选的形状，与如上述的透过型液晶显示装置 300 的情况同样。图 15 中表示在透过区域 A 中形成二个液晶区域，在反射区域 B 中形成一个液晶区域的例子，但不是仅限于此。各个液晶区域大致为正方形，从视野角特性和取向稳定性的观点来看优选。

液晶显示装置 400 在相邻的像素之间有遮光区域，在该遮光区域的透明基板 410a 上具有壁结构体 415。遮光区域对显示没有帮助，因此，在遮光区域上形成的壁结构体 415 对显示没有坏影响。这里例示的壁结构体 415 设置为包围像素的连续的壁，但不是仅限于此，分隔成多个壁也可以。该壁结构体 415 的作用为规定在液晶区域的像素的外延部分附近形成的边界，因此优选具有一定长度。例如，在由多个壁构成壁结构体 415 的情况下，优选各个壁的长度比相邻壁之间的长度长。

如果在遮光区域中形成用于规定液晶层 420 厚度（也称为单元间隙）的支承体 433（这里，通过黑矩阵 432 规定的区域），则由于没有降低显示品质而优选。支承体 433 可以在透明基板 410a 和 410b 的任何一个上形成，如例子所示，不是仅限于设置在设在遮光区域中的壁结构体 415 上的情况。当在壁结构体 415 上形成支承体 433 时，壁结构体 415 的高度与支承体 433 的高度之和被设定为液晶层 420 的厚度。在支承体 433 设在不形成壁结构体 415 的区域中的情况下，支承体 433 的高度被设定为液晶层 420 的厚度。

在该液晶显示装置 400 中，当给电极 411 和对向电极 431 施加规定电压（阈值以上电压）时，在三个开口部 414 内或其附近形成稳定各个中心轴的三个放射状倾斜取向，规定由电场引起的设置在像素电极 411 的四个切口部 413 邻接的三个区域内的液晶分子倾斜方向，从而稳定壁结构体 415 形成于液晶区域的像素的外延部分附近的边界。

其次，说明在可以进行透过模式显示和反射模式显示二者的半透

过型液晶显示装置 400 中的特有的优选结构。

在透过模式显示中，显示用的光只一次通过液晶层 420，而在反射模式显示中，显示用的光二次通过液晶层 420。因此，如图 15 (b) 示意性地所示，优选透过区域 A 的液晶层 420 的厚度 dt 约为反射区域 B 的液晶层 420 的厚度 dr 的二倍。通过这样设定，液晶层 420 给与两种显示模式的光的阻滞大致相等。 $dt=0.5dr$ 为优选，但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 范围内，可以在两显示模式下实现良好的显示。根据用途不同，也可以为 $dt=dr$ 。

在液晶显示装置 400 中，由于反射区域 B 的液晶层 420 的厚度比透过区域 A 的液晶层厚度小，因此可以只在玻璃基板 410b 的反射区域 B 上设置透明的介电层 434。当采用这种结构时，由于在反射电极 411b 下面使用绝缘膜等，因此不需要设置台阶差，使有源矩阵基板 410a 的制造简单，这是优点。另外，当在用于设置用于调整液晶层 420 的厚度的台阶差的绝缘膜上设置反射电极 411b 时，由覆盖绝缘膜斜面（锥度部分）的反射电极遮住透过显示用的光；或者由在绝缘膜斜面上形成的反射电极所反射的光反复地进行内部反射，因此产生在反射显示时不能有效利用的问题。采用上述结构，可以抑制这些问题，改善光的利用效率。

另外，当使用具有在透明介电层 434 上使光散射的功能（扩散反射功能）的结构时，即使不将扩散反射功能赋与反射电极 411b，也可实现接近良好的纸白色的白显示。监视不赋与透明介电层 434 光散射功能，通过将反射电极 411b 的表面作成凹凸形状，也可以实现接近纸白色的白显示。但凹凸形状可使放射状倾斜取向的中心轴的位置不稳定。与此相对，使用带有光散射功能的透明介电层 434 和具有平坦表面的反射电极 411b，利用在反射电极 411b 上设置的开口部 414，可以可靠地使中心轴位置稳定。另外，在为了使反射电极 411b 具有扩散反射功能而在其表面上设置凹凸的情况下，优选凹凸形状为连续的波状，以便不产生涉色，并且使放射状倾斜取向的中心轴稳定。

另外，在透过横式中，显示用的光只一次通过滤色器层 430，而在反射显示横式中，显示用的光二次通过电滤色器层 430。因此，当作为滤色器层 430，使用与透过区域 A 和反射区域 B 相同的光学浓度的滤

色器层时，反射模式的色纯度和/或亮度降低。为了抑制这个问题的产生，优选使反射区域的滤色器层的光学浓度比透过区域的滤色器层小。所谓光学浓度为赋予滤色器层特征的特性值，如果滤色器层的厚度小，则光学浓度可以减少，或者，滤色器层的厚度不变，降低添加的色素的浓度，可以减小光学浓度。

其次，参照图 16 和图 17，说明在半透过型液晶显示装置中使用的有源矩阵基板的一个例子。图 16 为有源矩阵基板的部分放大图，图 17 为沿图 16 中的 X—X' 线的截面图。图 16 和图 17 所示的有源矩阵基板具有在透过区域 A 中形成一个液晶区域的结构（即开口部 414 和切口部 413 的数目少），这是与图 15 所示的有源矩阵基板 410 不同的，其他结构相同。

图 16 和图 17 所示的有源矩阵基板具有由玻璃基板构成的透明基板 1，在透明基板 1 上互相垂直地设置栅极信号线 2 和源极信号线 3。在这些信号布线 2 和 3 的交叉部分附近，设置 TFT4，TFT4 的漏极 5 与像素电极 6 连接。

像素电极 6 具有 ITO 等透明导电层构成的透明电极 7，和由 Al 等制成的反射电极 8。透明电极 7 规定透过区域 A，反射电极 8 规定反射区域 B，在像素电极 6 的规定区域中设置控制上述放射状倾斜取向区域的取向的切口部 13 和开口部 14。

像素电极 6 通过栅极绝缘膜 9 重叠在下一段的栅极信号线上，形成辅助容量。另外，TFT4 具有栅极绝缘膜 9，半导体层 12s，沟道保护层 12c 和 n^+ -Si 层 11（源极/漏极）层叠在从栅极信号线 2 分支出来的栅极 10 的上部的结构。

这里表示底部栅极型 TFT 结构例，但不是仅限于此，也可以采用顶部栅极型 TFT。

如上所述，具有图 15 所示结构的液晶显示装置 400，与液晶显示装置 300 同样，为只在单侧基板上设有放射状倾斜取向的取向控制结构（在像素电极 411 上设置的开口部 214，切口部 213 和壁结构 215）的简单的结构，具有使液晶取向足够稳定的效果。通过如上所述这样构成透明介电层 434 和/或滤色器层 430，可以提高透过模式和反射模式下的显示亮度和色纯度。

(工作原理)

参照图 18, 说明具有垂直取向型液晶层的本发明第二方面的实施例的液晶显示装置具有好的广视野角特性的理由。

图 18 为说明在像素电极 6 上设置的开口部 14 产生的取向限制力作用的图, (a) 为示意地表示不加电压时, (b) 为加电压时的液晶分子的取向状态。图 18 (b) 所示的状态表示中间色调状态。

图 18 所示的液晶显示装置在透明基板 1 上按顺序具有绝缘膜层 16, 有开口部 14 的像素电极 6、和取向膜 12。在另一透明基板 17 上按顺序形成滤色器层 18, 对向电极 19 和取向膜 32。在两块基板之间放置的液晶层 20 包含具有负的介电各向异性的液晶分子 21。

如图 18(a)所示, 在不加电压时, 液晶分子 21 由垂直取向膜 12 和 32 的取向限制力作用, 在基板表面上大致垂直取向。

另一方面, 如图 18 (b) 所示, 当加电压时, 由于介电各向异性为负的液晶分子 21 的分子长轴相对电力线垂直, 所以利用在开口部 14 的周边形成的倾斜电场的作用, 规定液晶分子 21 倾倒的方向。因此, 形成以开口部 14 为中心的放射状倾斜取向 (轴对称状取向)。由于在这种放射状倾斜取向区域内, 液晶导向偶极子在全方位 (基板面内的方位) 上取向, 因此视野角特性好。

现在, 说明在开口部 14 周边形成的倾斜电场的作用。即使在像素电极 6 的边缘部形成的切口部附近, 也同样形成倾斜的电场, 规定了因电场作用引起的液晶分子 21 的倾倒方向。另外, 壁结构体中侧面 (壁面) 的取向限制力也规定液晶分子 21 的倾斜方向。典型的是, 由于形成垂直取向膜, 覆盖壁结构体, 液晶分子受到相对于壁面垂直取向的限制力。

本发明第二方面的实施例的液晶显示装置, 与第一方面的实施例的液晶显示装置同样, 如图 4 所示那样构成。

关于透过区域的液晶层厚度 dt 和反射区域的液晶层厚度 dr 的关系, 如图 19 中透过区域和反射区域的电压—反射率 (透过率) 与液晶厚度的依存性所示, 满足 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的条件为优选, $0.4dt < dr < 0.6dt$ 在范围更优选。在比下限值低的反射区域的液晶层厚度下, 小于等于最大反射率的 50%, 得不到足够大的反射率。另一方面, 在反射区域

的液晶层厚度 d_r 比上限值大的情况下，在电压—反射率特性中，在驱动电压与透过显示时不同时，存在反射率为最大的极大值，同时在透过显示下的最优的白显示电压下，相对反射率降低的倾向大，小于等于最大反射率的 50%，因此，也得不到大的反射率。然而，因为在反射区域 B 中，液晶层的光路长度为透过区域的 2 倍，因此，在进行与透过区域 A 相同的设计时，液晶材料的光学双折射各向异性 (Δn) 和面板的单元厚度设计极为重要。

以下，表示本发明的第 2 个方面的实施例的半透过型液晶显示装置的具体的特性。

在此，制造具有图 4 所示结构的液晶显示装置。在液晶单元 50 中，采用与图 15 所示的液晶显示装置 400 同样结构的液晶单元。但是，采用透明介电层 434 没有光散射功能的结构，形成在反射电极 411b 的下层部表面上设置凹凸状的连续形状的树脂层，调整反射显示时的扩散反射特性。

采用众所周知的取向膜材料，利用公知的方法，形成垂直取向膜。在进行磨擦处理。作为液晶材料，使用介电常数各向异性为负的液晶材料 (Δn : 0.1, $\Delta \varepsilon$: -4.5)。透过区域的液晶层厚度 d_t 为 $4\mu\text{m}$ ，反射区域的液晶层厚度 d_r 为 $2.2\mu\text{m}$ ($d_r=0.55d_t$)。

本实施例的液晶显示装置的结构为按从上面开始的顺序，为偏光板（观察侧）， $1/4$ 波长板（相位差板 1），光学各向异性为负的相位差板（相位差板 2（NR 板）），液晶层（上侧：滤色器基板，下侧：有源矩阵基板），光学各向异性为负的相位差板（相位差板 3（NR 板））， $1/4$ 波长板（相位差板 4），偏光板（背灯侧）的层叠结构。在液晶层上下的 $1/4$ 波长板（相位差板 1 和相位差板 4）处，滞相轴互相垂直，各个相位差为 140nm 。光学各向异性为负的相位差板（相位差板 2 和相位差板 3）的各部的相位差为 135nm 。在二块偏光板（观察侧，背灯侧）处，透过轴垂直配置。

将驱动信号加在液晶显示装置上（加 4V 至液晶层上），评价其显示特性。

在透过显示下的视角对比度特性结果与图 9 同样，表示了透过显示时的视野角特性大致为全方位的对称的特性，在 $CR>10$ 的区域，

为 $\pm 80^\circ$ ，非常良好，在正面透过对比度为300:1以上，非常高。

另一方面，反射显示的特性利用分光比色计（Minolta公司制的CM2002）评价，以标准扩散板为基准，大约为8.5%（开口率100%的换算值）；反射显示的对比度值为21，比先前的液晶显示装置有高的对比度。

与此相对，在图15所示的液晶显示装置中，制造不形成开口部，切口部和壁结构的液晶单元，利用水平取向膜，制造ECB模式的均匀取向的液晶面板。作为液晶材料使用介电常数各向异性为正的液晶材料（ Δn : 0.07, $\Delta \epsilon$: 8.5），透过区域的液晶层厚度 d_t 为4.3 μm ，反射区域的液晶层厚度 d_r 为2.3 μm ($d_r=0.53d_t$)。

得到在该液晶面板的两个表面上配置由包含偏光板，1/4波长板等的相位差板的多个光学层形成的光学薄膜的液晶显示装置。

将驱动信号加在该液晶显示装置上（对液晶层施加4V），根据与上述相同的评价方法，评价显示特性。

透过显示下的视野角特性为 $CR>10$ 区域 $\pm 30^\circ$ ，灰色等极逆转显著。另外，透过对比度为140:1。另一方面，反射显示的特性为，以标准扩散板为基准，大约为9.3%（开口率100%的换算值），反射显示的对比度值为8，显示图象与上述本发明实施例的液晶显示装置比较为白色污点低的对比度。

这样，本发明第二方面的实施例的液晶显示装置与先前的均匀取向的液晶显示装置和先前公知的技术比较，通过在透过显示和反射显示中使用垂直取向模式，可得到在透过和反射二种显示中良好的对比度。另外，由于只在单侧基板（例示为有源矩阵基板）上配置液晶区域取向控制因子，可以限制在无磨擦工序中，加电压时液晶分子的倾倒方向，可以规则和稳定地形成在像素内的放射状倾斜配向液晶区域，实现全方位的广视野角特性。

产业上利用的可能性

如上所述，本发明的液晶显示装置，可利用比较简单的结构实现优良的显示品质。本发明在透过型液晶显示装置和半透过型（透过和反射两用）型液晶显示装置中可以适用。特别是，半透过型液晶显示装置可以很好地做为移动电话等移动设备的显示装置来加以利用。

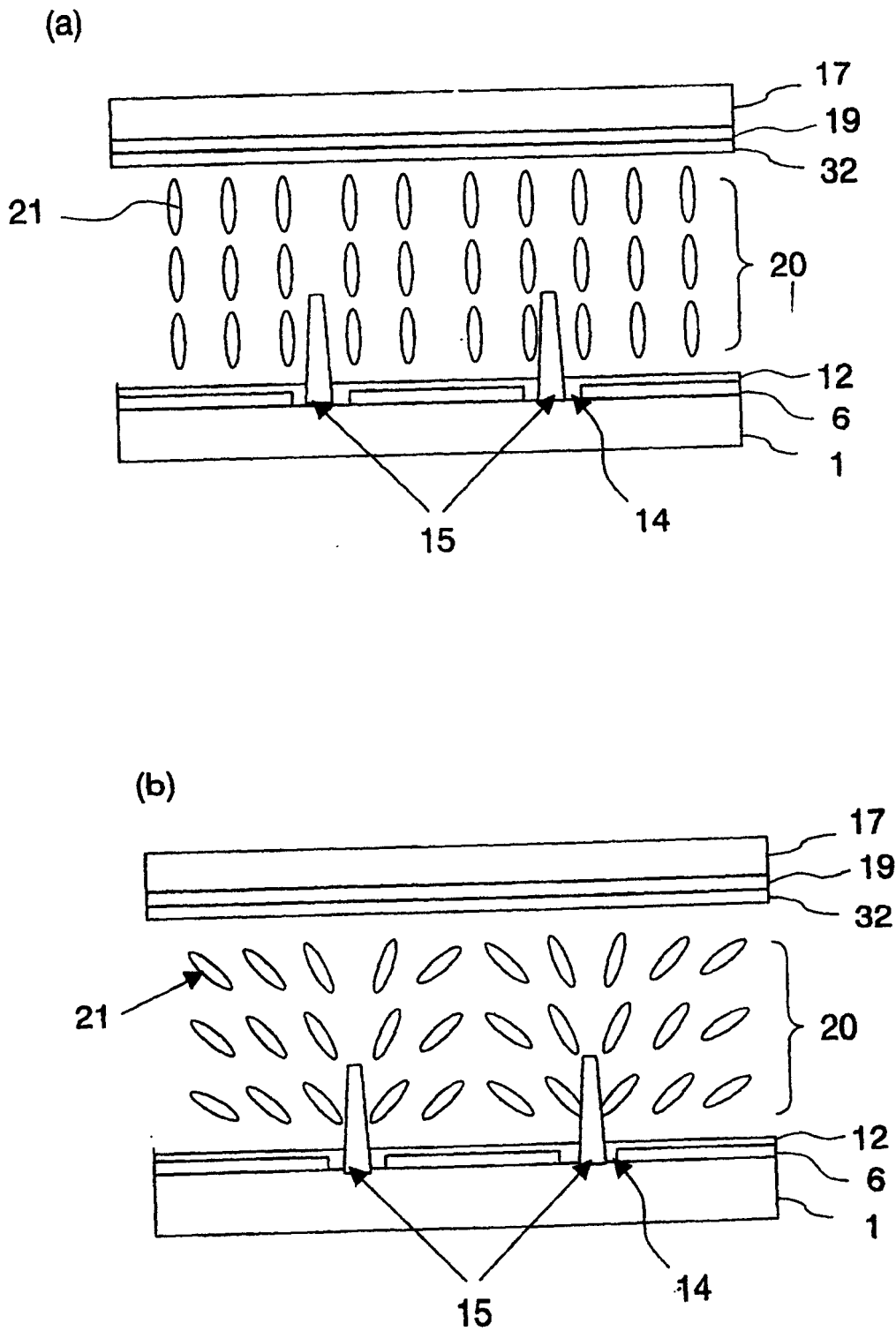


图1

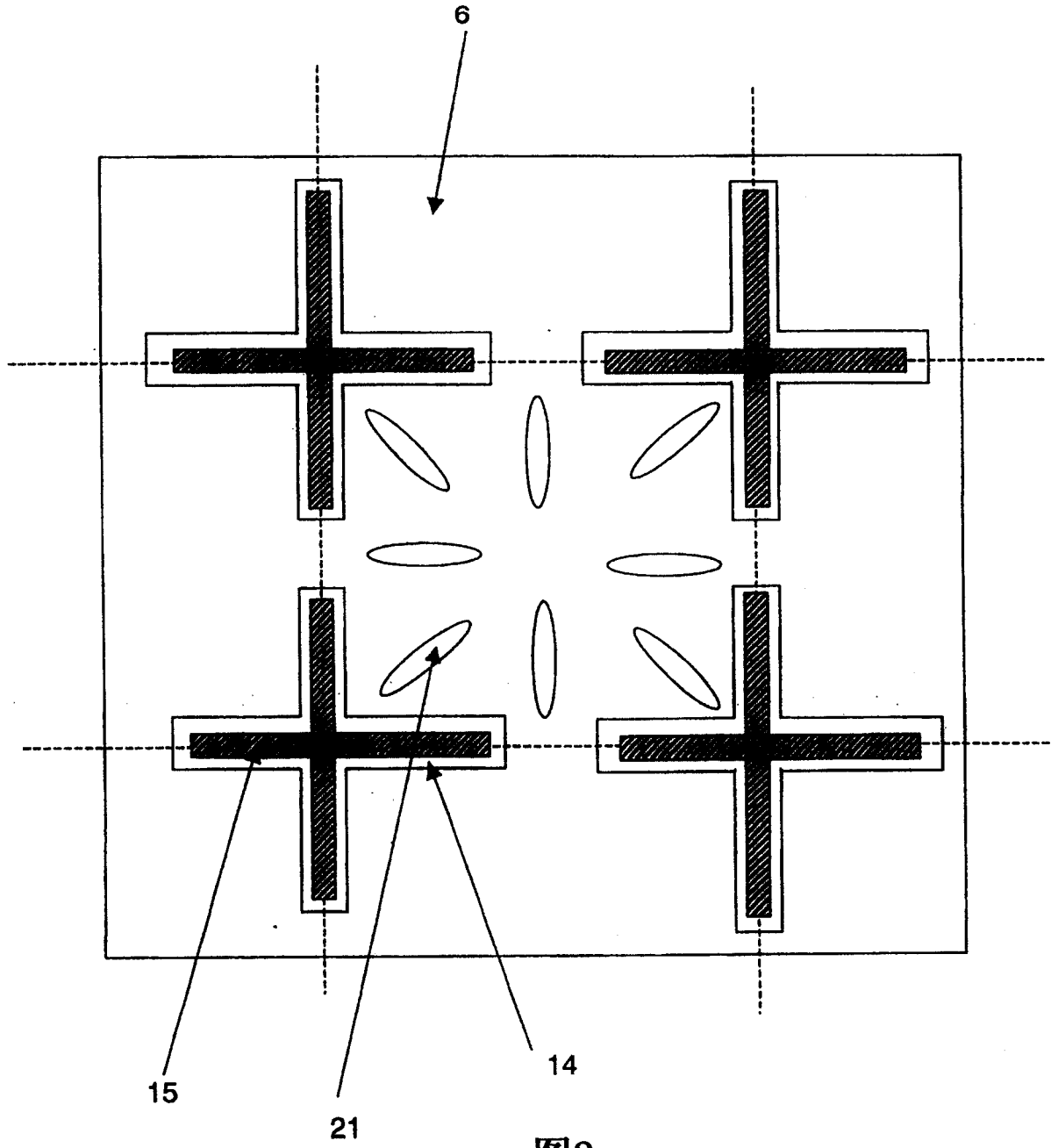


图2

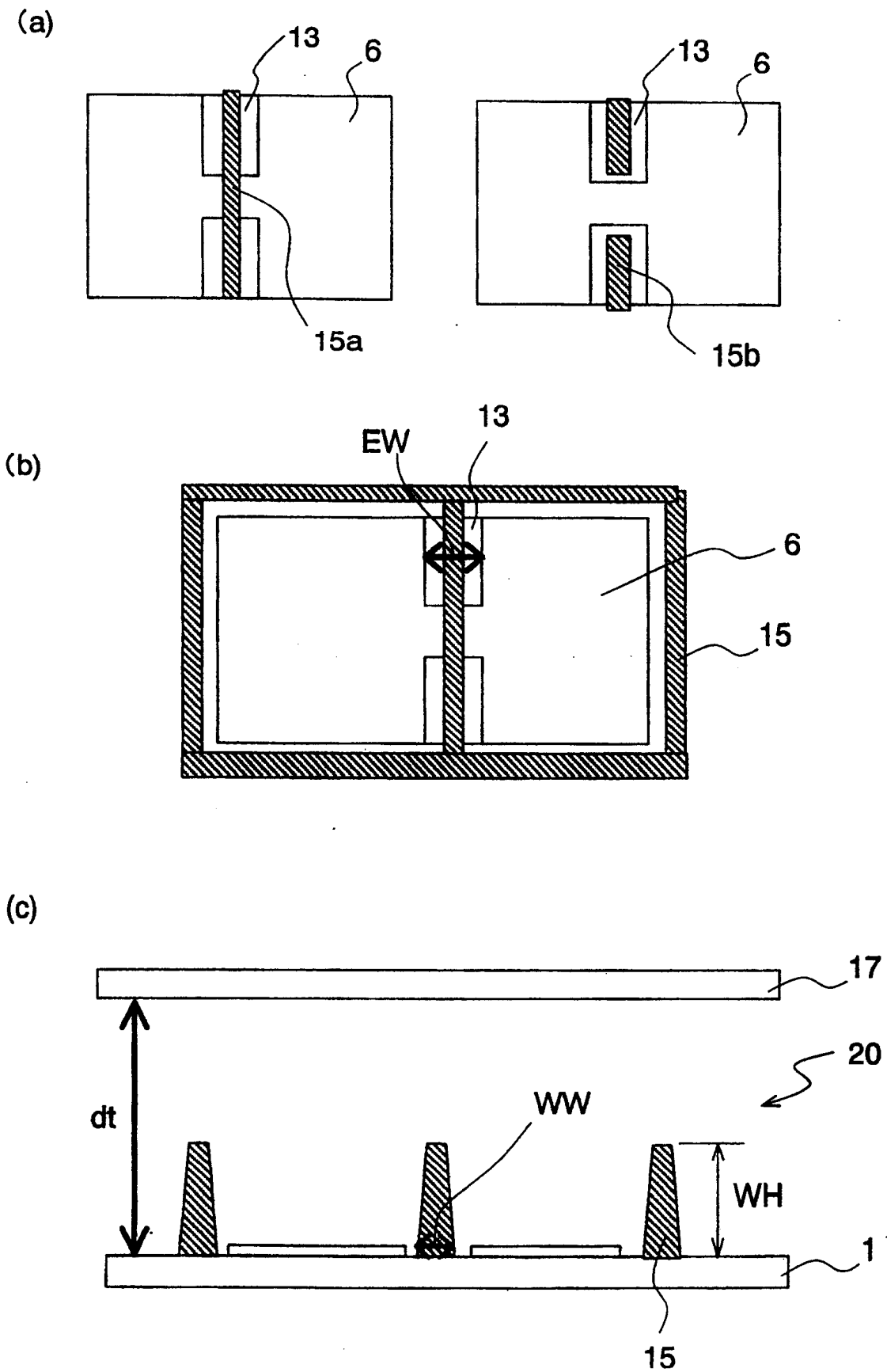


图3

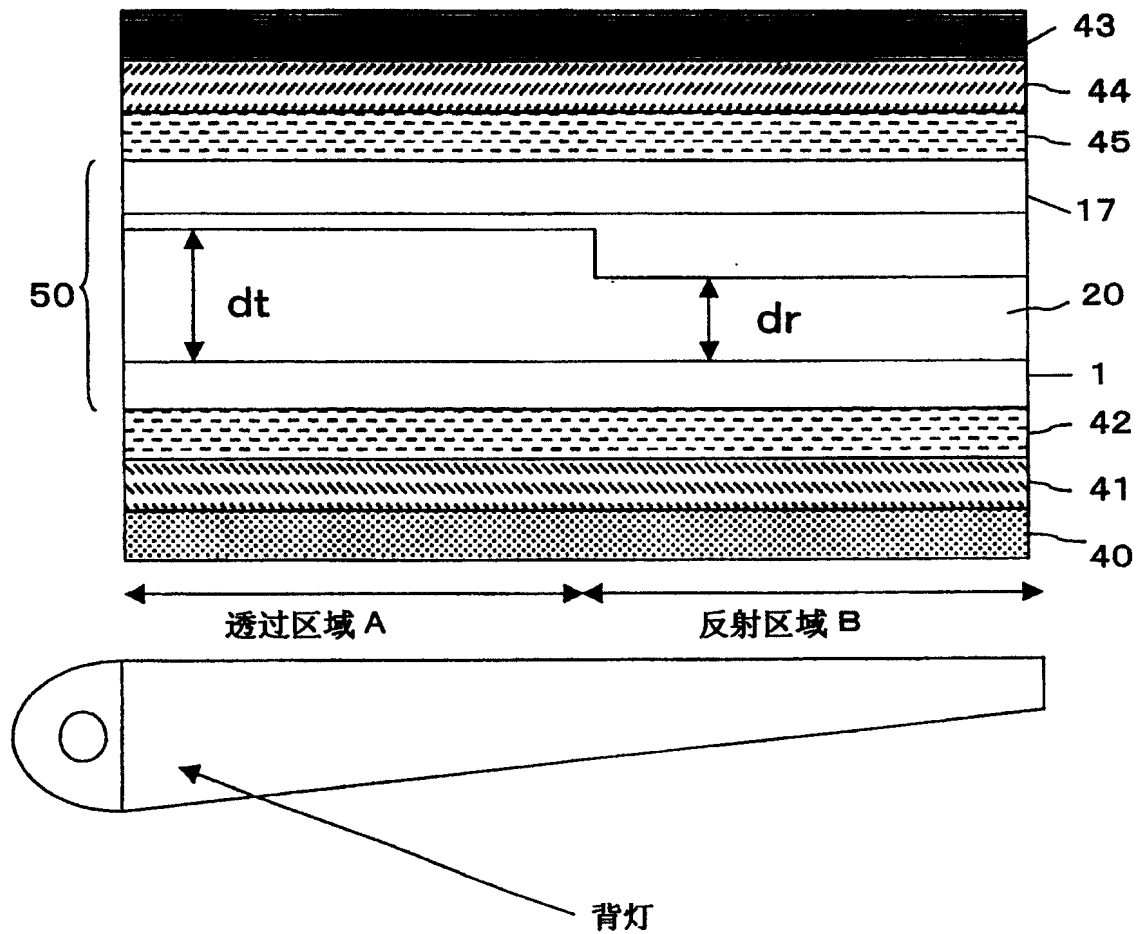


图4

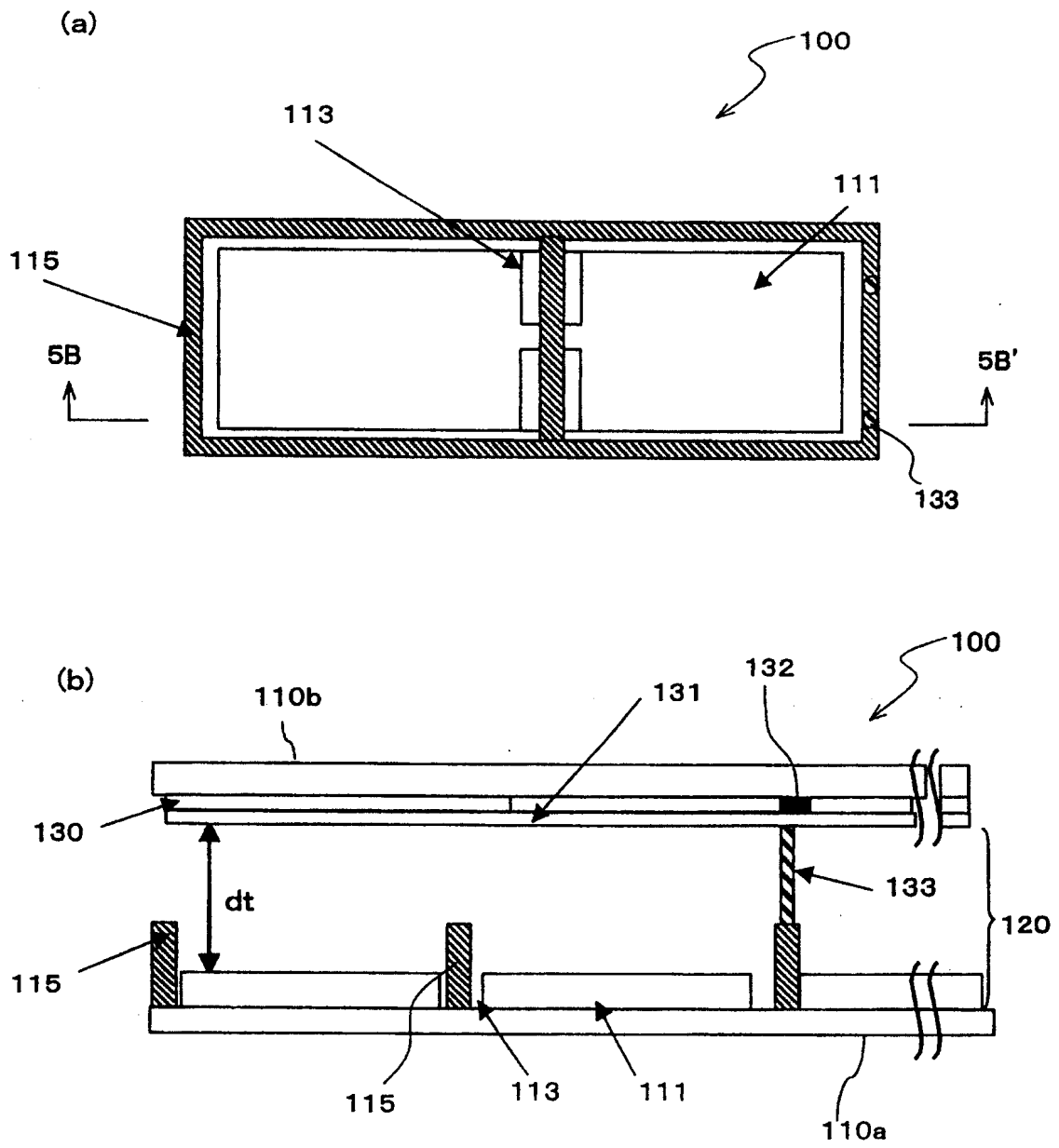


图5

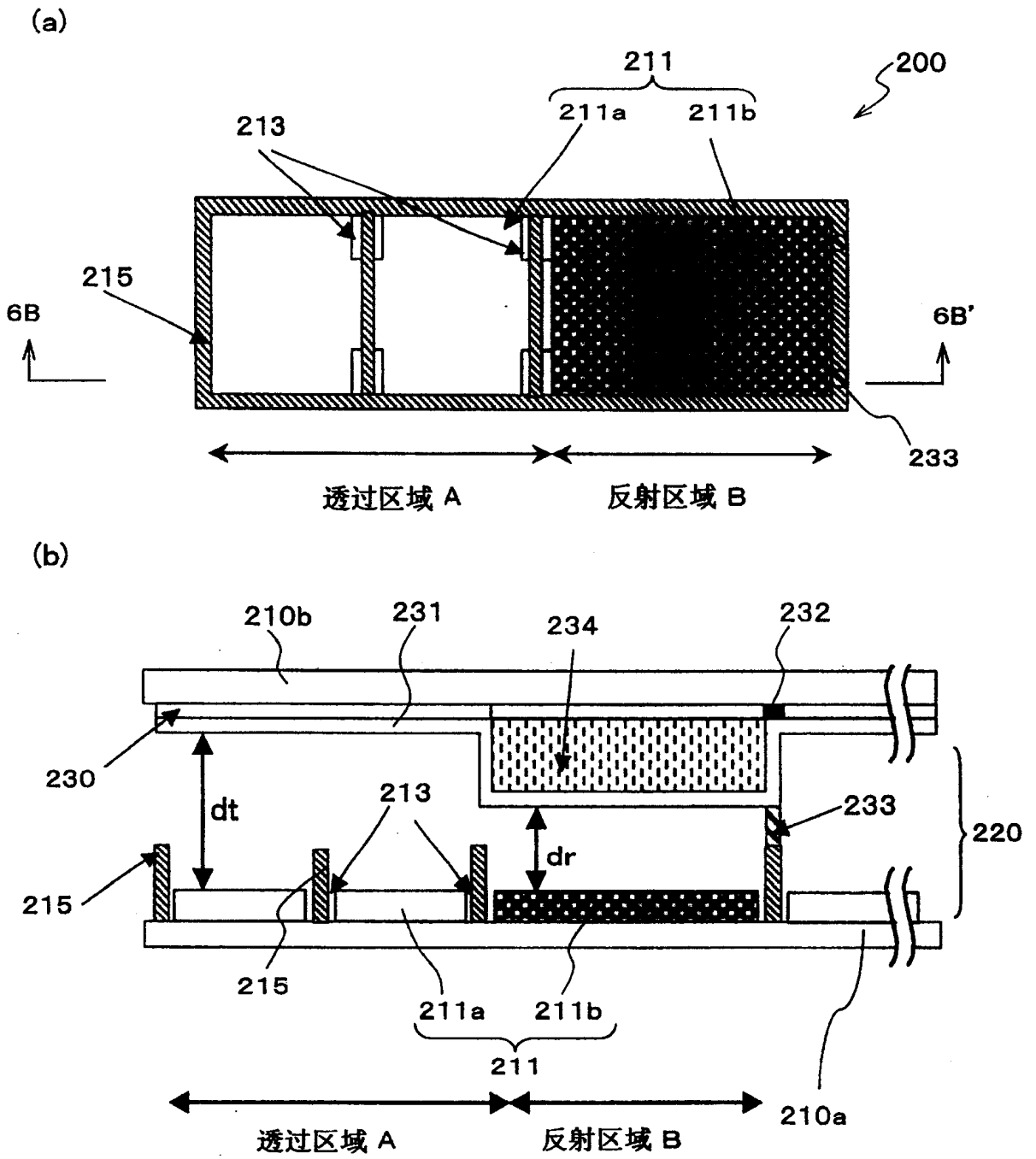


图6

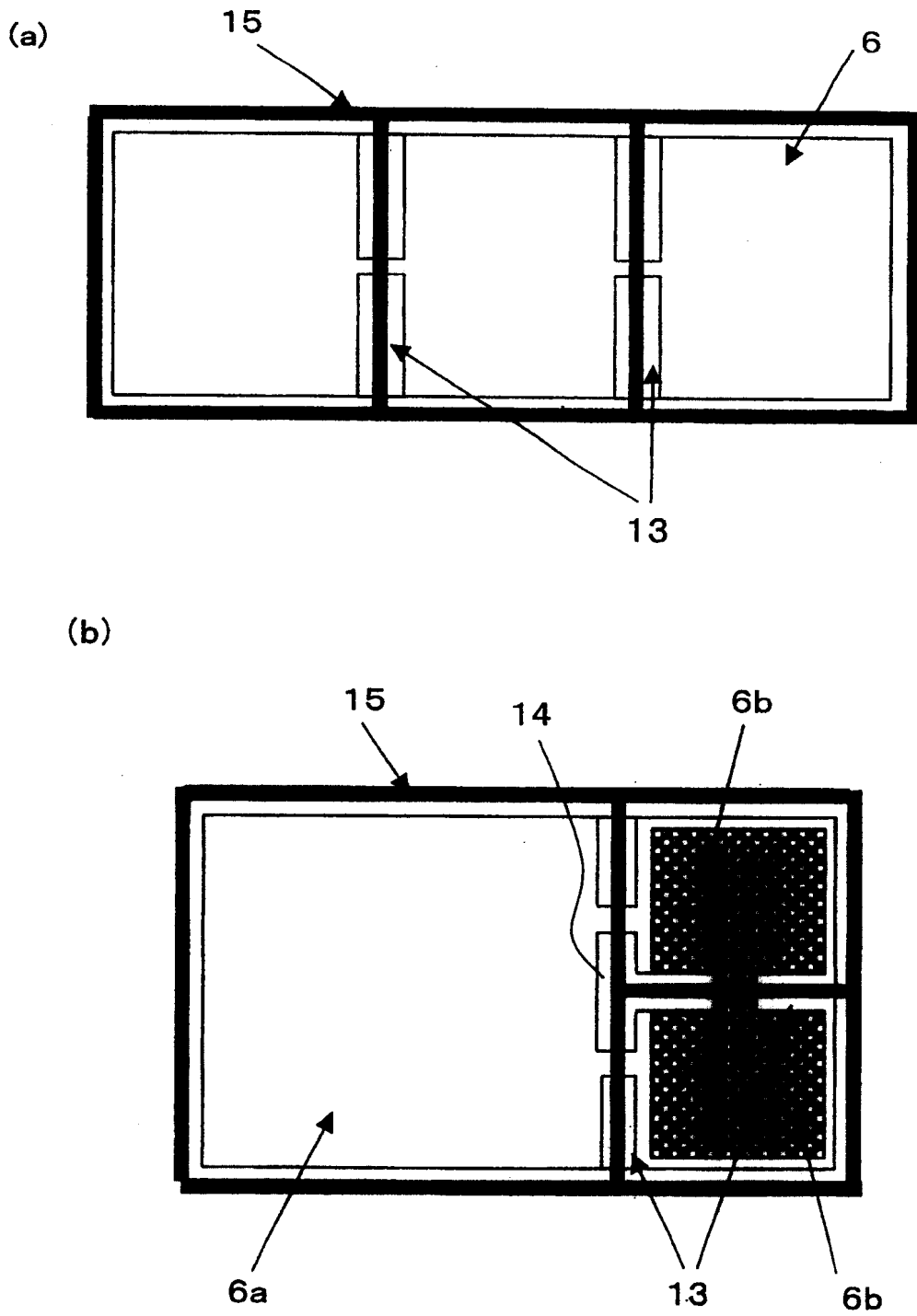


图7

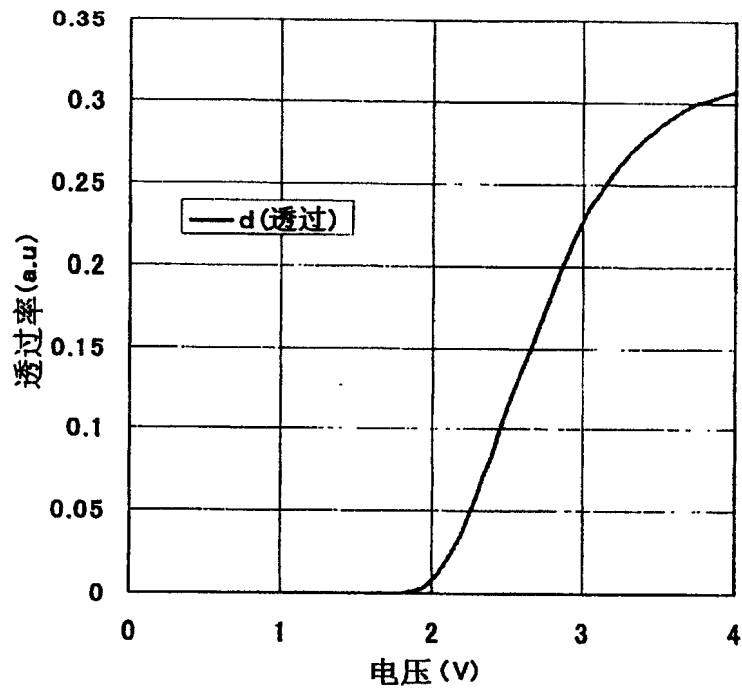


图8

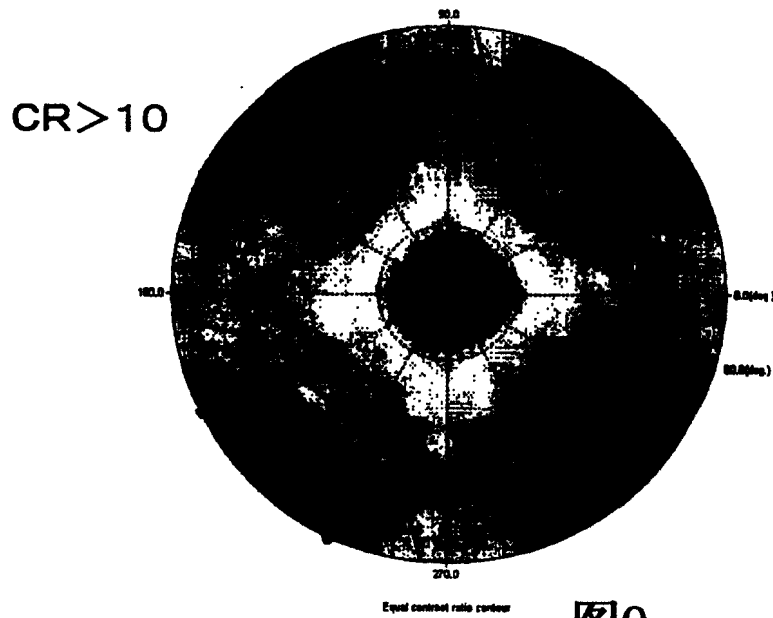


图9

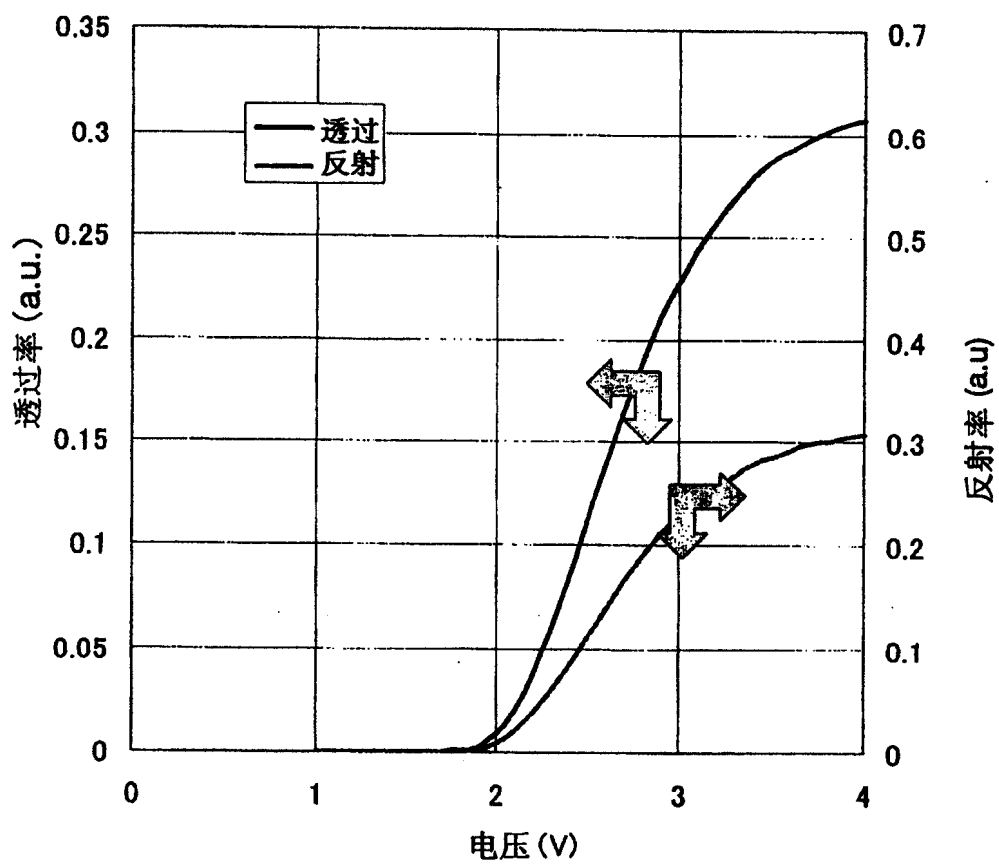


图10

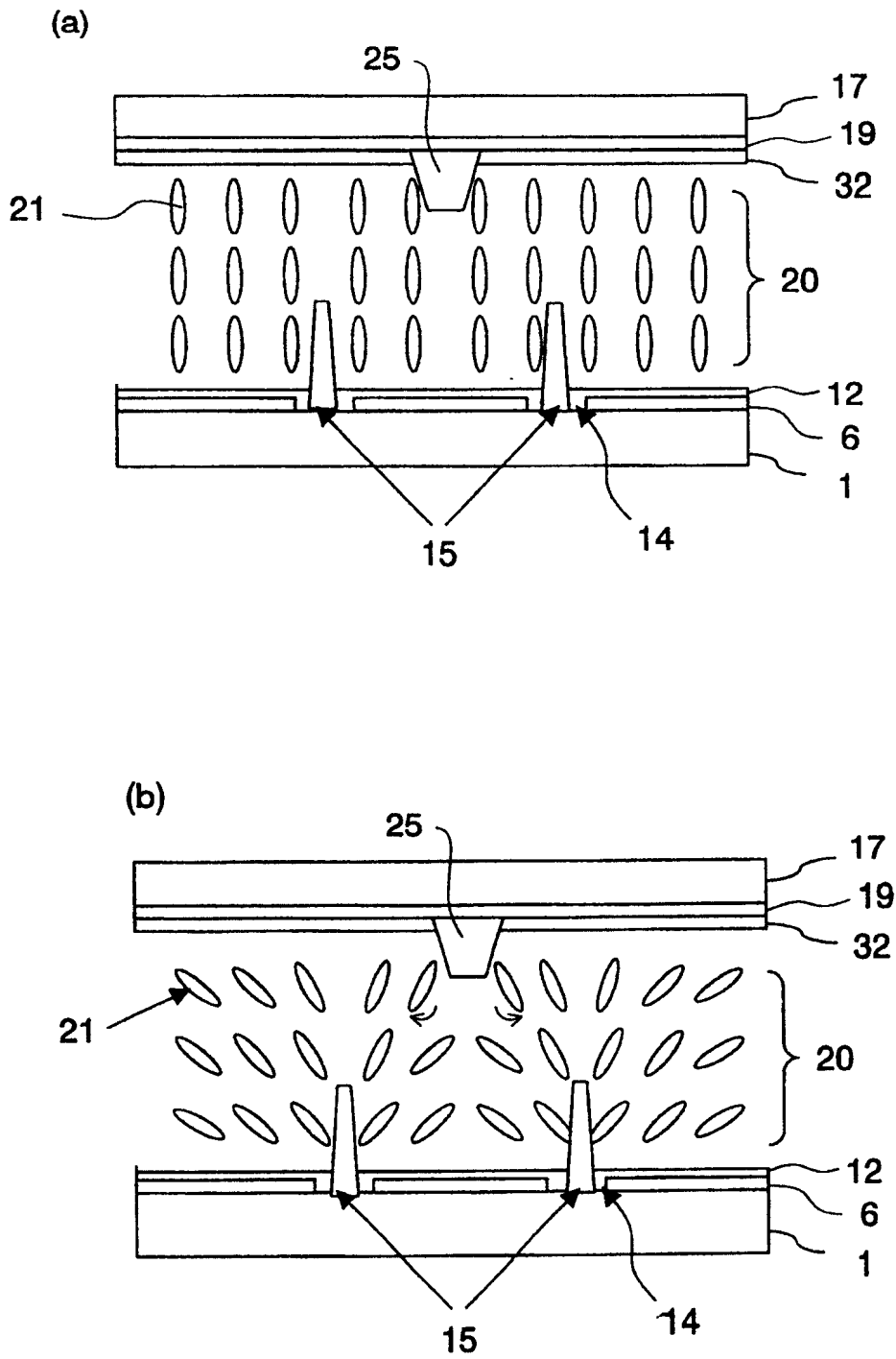


图11

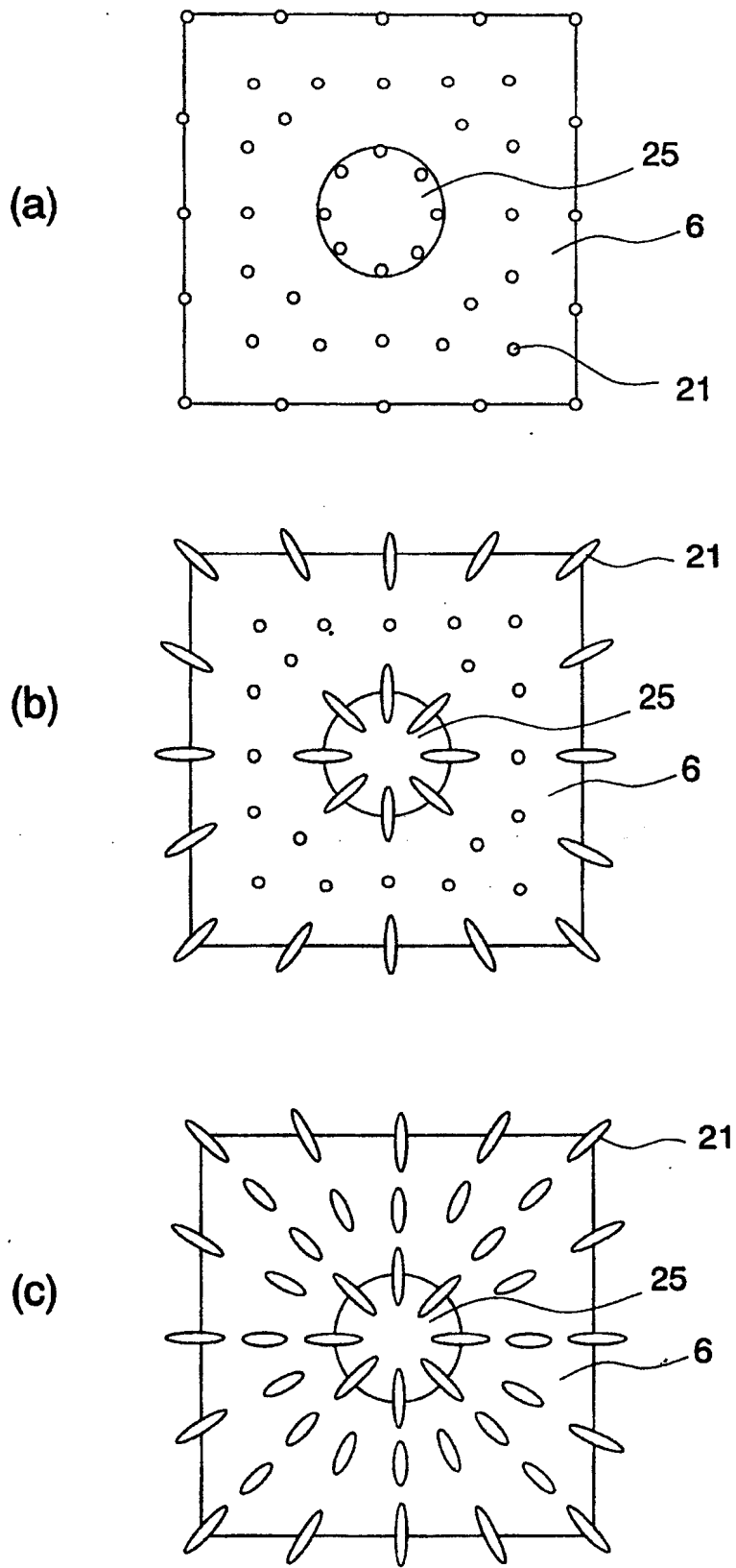


图12

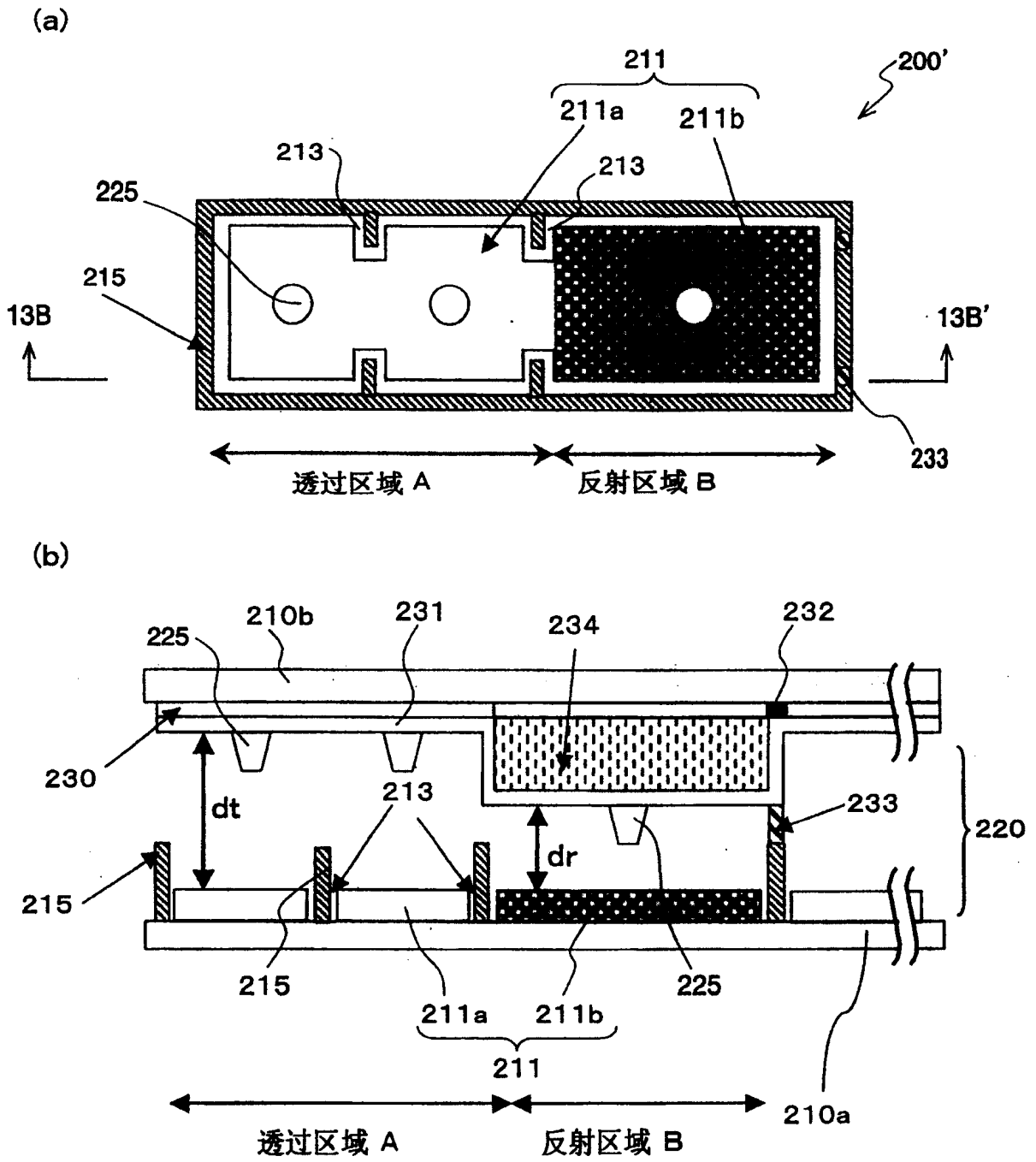


图13

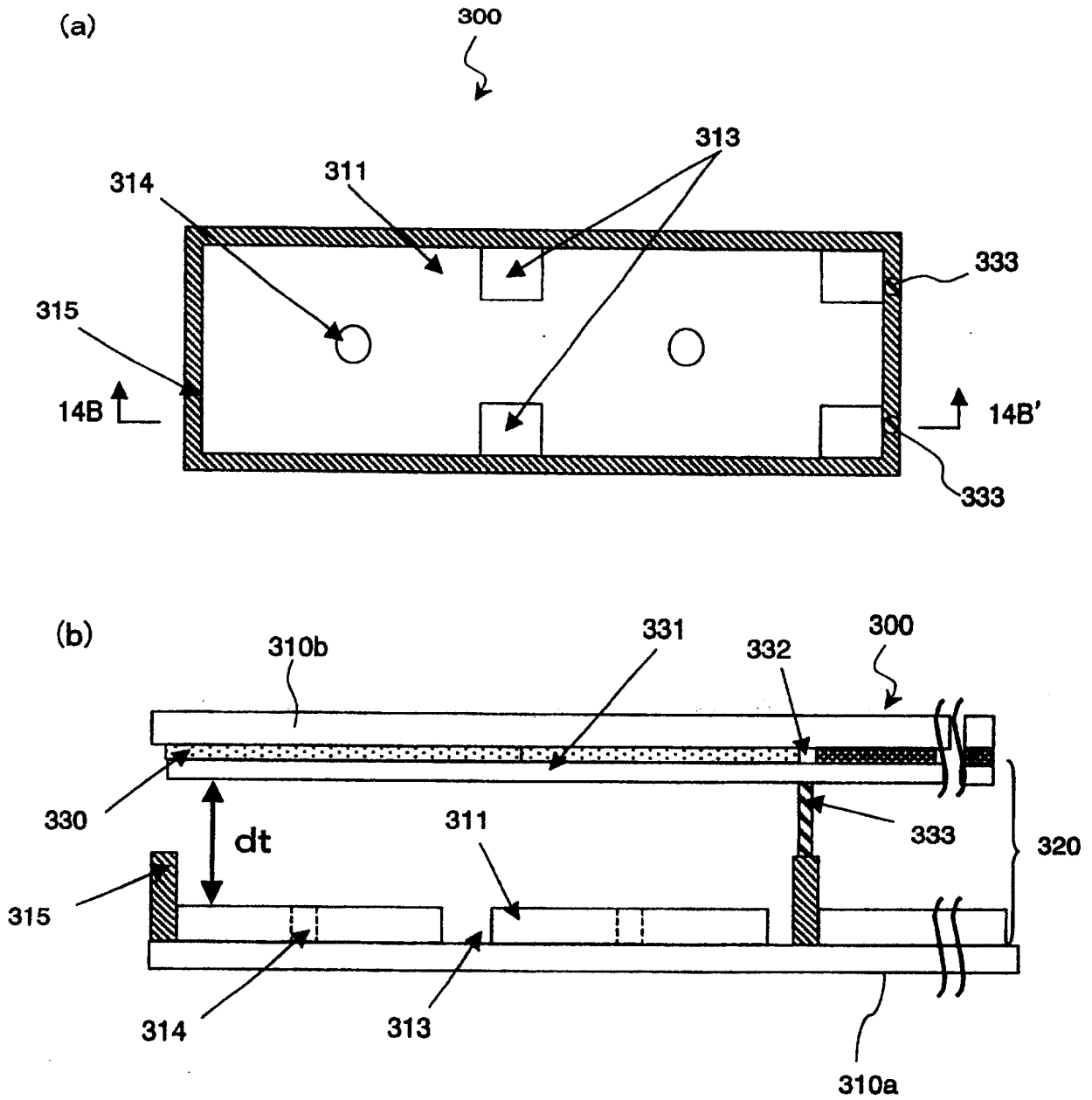


图14

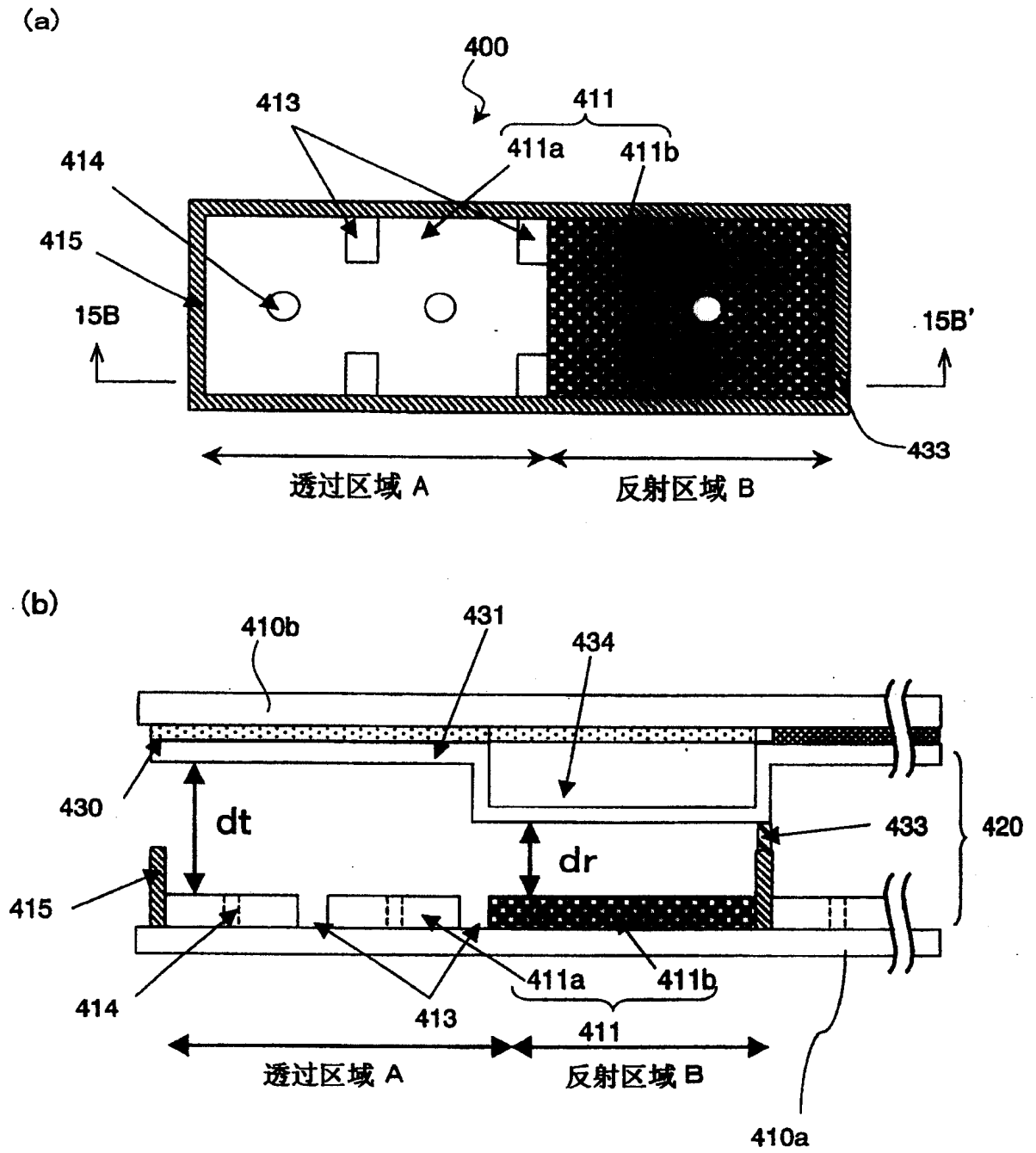


图15

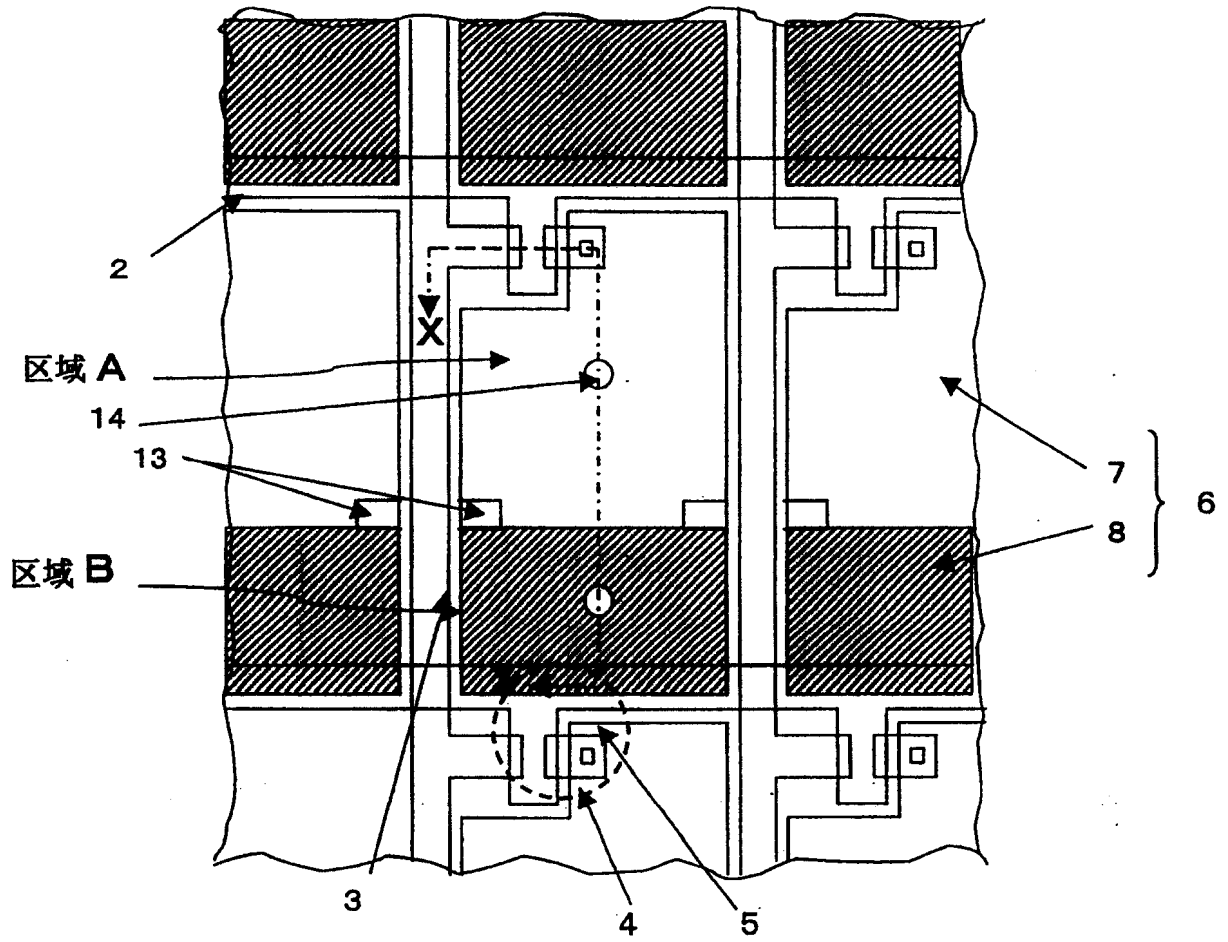


图16

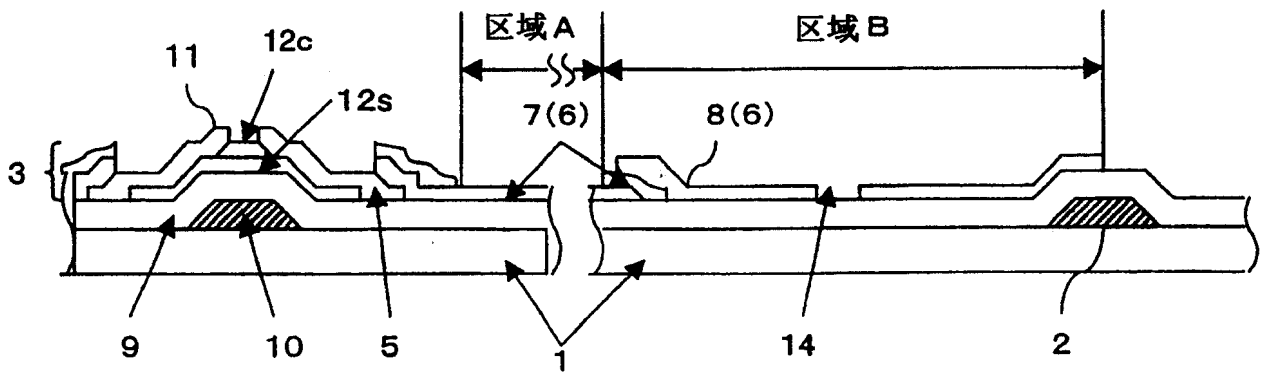
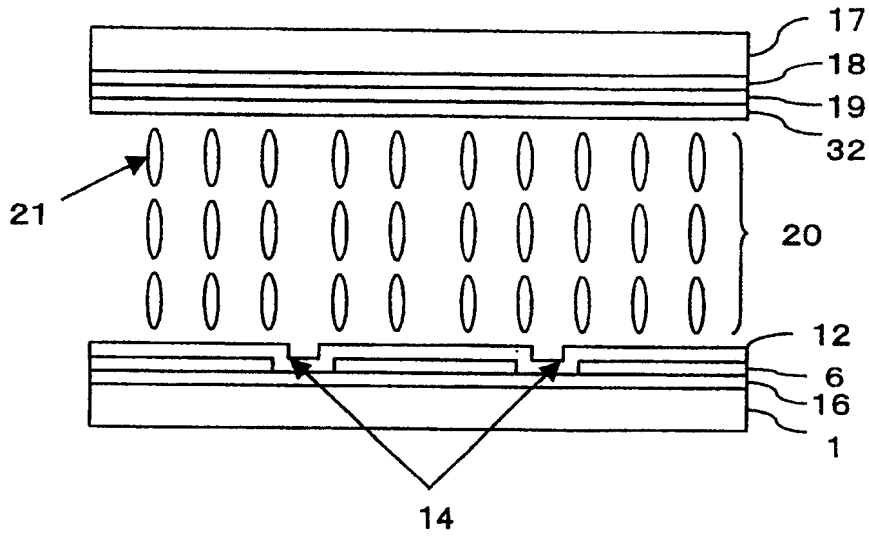


图17

(a) 不加电压时



(b) 加电压时

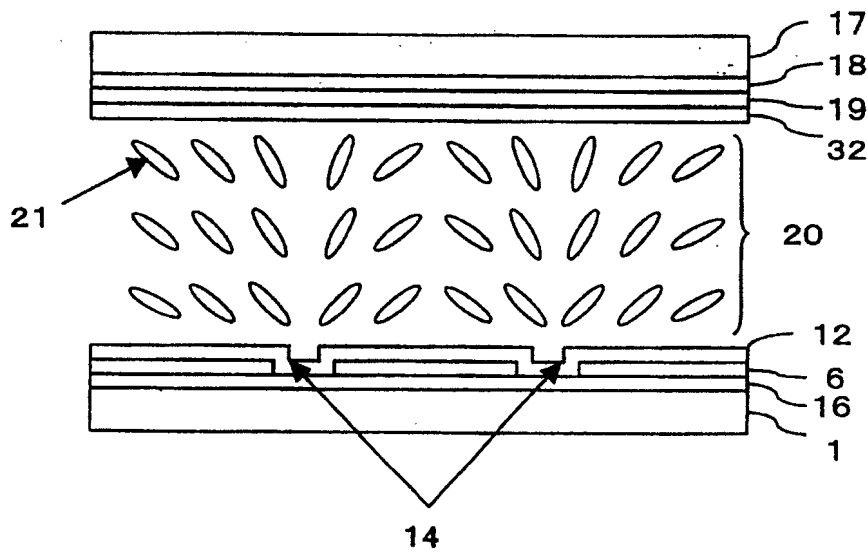


图18

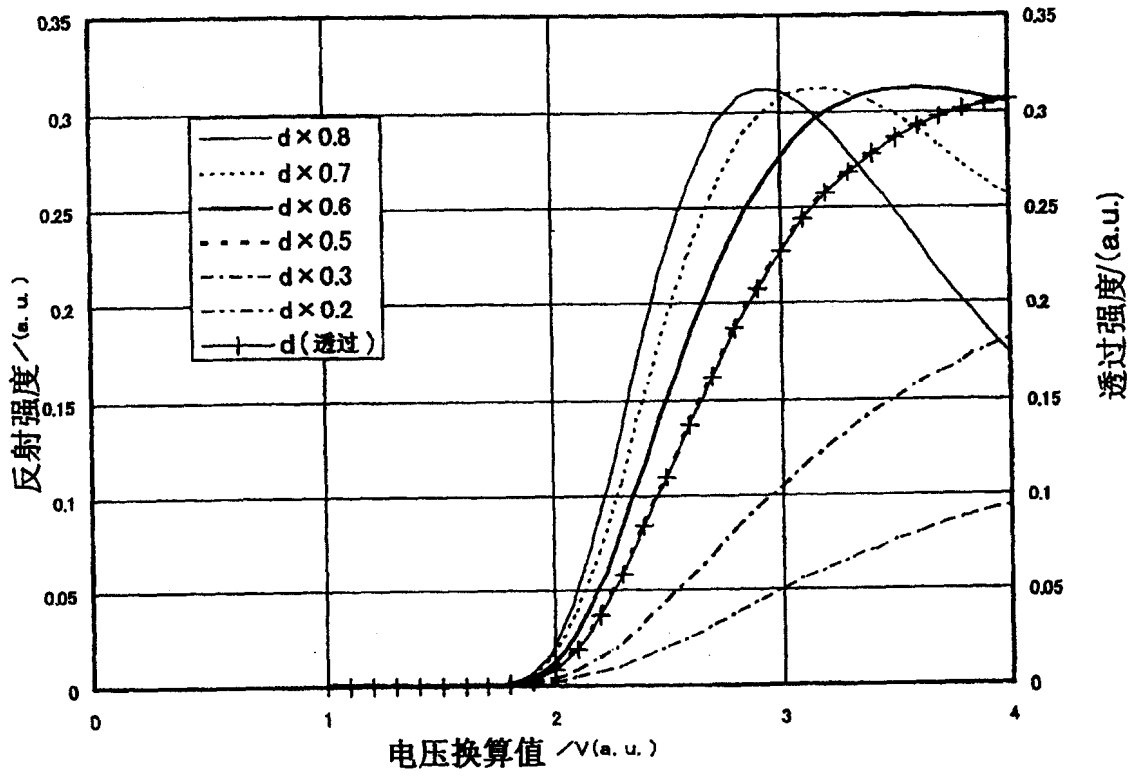


图19

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN100410775C	公开(公告)日	2008-08-13
申请号	CN200410011754.3	申请日	2004-09-29
[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	久米康仁 长江伸和 玉井和彦 大西宪明 冈本隆章		
发明人	久米康仁 长江伸和 玉井和彦 大西宪明 冈本隆章		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/1335 G02F1/133 G02F1/1333 G02F1/1339 G02F1/136 G02F1/139 H01L29/786		
CPC分类号	G02F1/133371 G02F1/1393 G02F2203/09 G02F1/1337 G02F1/133707		
审查员(译)	解飞		
优先权	2003337993 2003-09-29 JP 2003337994 2003-09-29 JP 2004271827 2004-09-17 JP		
其他公开文献	CN1603892A		
外部链接	Espacenet	SIPO	

摘要(译)

本发明提供液晶显示装置，在像素内具有多个放射状倾斜取向的区域，利用只在单侧基板上设置放射状倾斜取向的取向控制结构的比较简单的结构，可使液晶的取向稳定，得到与现有的同等以上的显示品质。该装置具有第一基板、与第一基板相对设置的第二基板、设在第一基板和第二基板间的垂直取向型液晶层；还具有分别具有第一基板上形成的第一电极，第二基板上形成的第二电极，和第一电极和第二电极间设置的液晶层的多个像素。还具有第一电极的液晶层上规则地配置的壁结构体。当至少加规定电压时，在实质上被壁结构体包围的区域内，液晶层形成呈放射状倾斜取向状态的至少一个液晶区域。

