

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410100629.X

[51] Int. Cl.

G02F 1/136 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100407023C

[22] 申请日 2004.12.8

[21] 申请号 200410100629.X

[30] 优先权

[32] 2003.12.8 [33] JP [31] 2003-409400

[32] 2003.12.8 [33] JP [31] 2003-409401

[32] 2004.2.27 [33] JP [31] 2004-053745

[32] 2004.3.26 [33] JP [31] 2004-091227

[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 栗原直

[56] 参考文献

JP2000-137227A 2000.5.16

US5666179A 1997.9.9

CN1246632A 2000.3.8

CN1438530A 2003.8.27

审查员 周永恒

[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

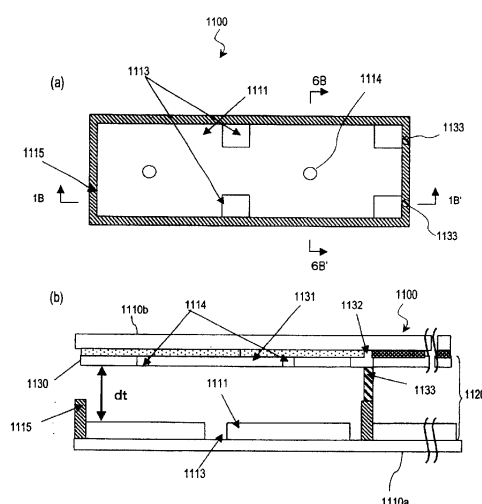
权利要求书 7 页 说明书 86 页 附图 37 页

[54] 发明名称

液晶显示装置

[57] 摘要

本发明的液晶显示装置具有：第一基板、与第一基板相对设置的第二基板、和设在第一基板和第二基板之间的垂直取向型的液晶层；具有分别包含在第一基板上形成的第一电极、在第二基板上形成的第二电极、和设在第一电极和第二电极之间的液晶层的多个像素；第二电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个开口部，而且第一基板在多个像素的间隙处具有遮光区域，在遮光区域的液晶层侧具有规则地排列的壁结构体，当至少施加预定电压时，液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在至少一个开口部内或其附近形成。



1. 一种液晶显示装置，它具有：

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的液晶层；

具有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、和设在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层的多个像素；

所述第二电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个开口部，而且所述第一基板在所述多个像素的间隙处具有遮光区域，在所述遮光区域的所述液晶层侧具有规则地排列的壁结构体，

当施加预定电压时，所述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，所述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在所述至少一个开口部内或该至少一个开口部的附近形成，

所述至少一个开口部的大小 W_h 满足 $2\mu m \leq W_h \leq 20\mu m$ 的条件。

2. 如权利要求1所述的液晶显示装置，其特征为，当在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层上施加相对透过率为 10% 的电压时，所述第二电极的所述至少一个开口部的电位比所述液晶层的阈值电压小。

3. 如权利要求1所述的液晶显示装置，其特征为，当液晶层的透过区域的厚度为 dt 时，壁结构体的高度 WH 在 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 的范围内。

4. 如权利要求1所述的液晶显示装置，其特征为，所述第一电极具有至少一个切口部。

5. 如权利要求1所述的液晶显示装置，其特征为，规定所述液晶层厚度的支承体设在所述遮光区域中。

6. 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 和所述反射区域内的所述液晶层的厚度 d_r 满足 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ 的关系。

7. 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和规定反射区域的反射电极;所述至少一个液晶区域包含在所述透过区域中形成的液晶区域,所述至少一个开口部包含与所述透过区域中形成的所述液晶区域的中心轴对应的开口部;

所述第一电极具有以与所述透过区域中形成的所述液晶区域的中心轴对应的开口部为中心,点对称配置的多个切口部。

8. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置,其特征为,在所述第二基板的所述反射区域中,有选择地设置透明介电层。

9. 如权利要求 8 所述的液晶显示装置,其特征为,所述透明介电层具有散射光的功能。

10. 如权利要求 6 所述的液晶显示装置,其特征为,进一步具有设在所述第二基板上的彩色滤光器层,所述反射区域的所述彩色滤光器层的光学浓度比所述透过区域的所述彩色滤光器层的光学浓度小。

11. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个双轴性光学各向异性的媒体层。

12. 如权利要求 1 所述的液晶显示装置,其特征为,具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个单轴性光学各向异性的媒体层。

13. 一种液晶显示装置,它具有:

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的液晶层；

具有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、和设在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层的多个像素；

所述第一基板在所述多个像素的间隙处具有遮光区域，在所述遮光区域的所述液晶层侧具有规则地排列的壁结构体；

所述第一电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个第一开口部；所述第二电极具有在像素内预定位置上形成的至少一个第二开口部；而且

当施加预定电压时，所述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，所述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在所述至少一个第一开口部内和所述至少一个第二开口部内的至少一个开口部内或该至少一个开口部的附近形成。

14. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，所述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴的一端在所述至少一个第一开口部内或该至少一个第一开口部的附近；而另一端在所述至少一个第二开口部内或该至少一个第二开口部的附近。

15. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，所述至少一个第一开口部和所述至少一个第二开口部通过所述液晶层配置在互相至少一部分重叠的位置上。

16. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，当在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层上施加相对透过率为 10% 的电压时，所述至少一个第一开口部和所述至少一个第二开口部的至少一个的电位比所述液晶层的阈值电压小。

17. 如权利要求 16 所述的液晶显示装置，其特征为，当在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层上施加相对透过率为 10%

的电压时，所述至少一个第一开口部和所述至少一个第二开口部的电位比所述液晶层的阈值电压小。

18. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，所述至少一个第一开口部和所述至少一个第二开口部的大小 Wh' 都满足 $1\mu m \leq Wh' \leq 18\mu m$ 的条件。

19. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，所述第一电极具有至少一个切口部。

20. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置，其特征为，在所述多个像素的间隙中有遮光区域，规定所述液晶层厚度的支承体设在所述遮光区域中。

21. 如权利要求 13 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 dt 和所述反射区域内的所述液晶层的厚度 dr 满足 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的关系。

22. 如权利要求 13 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；所述至少一个液晶区域包含在所述透过区域中形成的液晶区域，所述至少一个第一开口部和/或第二开口部包含与所述透过区域中形成的所述液晶区域的中心轴对应的开口部；

所述第一电极具有以与所述透过区域中形成的所述液晶区域的中心轴对应的开口部为中心，点对称配置的多个切口部。

23. 如权利要求 21 所述的液晶显示装置，其特征为，在所述第二基板的所述反射区域中，有选择地设置透明介电层。

24. 如权利要求 23 所述的液晶显示装置，其特征为，所述透明介

电层具有散射光的功能。

25. 如权利要求 21 所述的液晶显示装置,其特征为,还具有设在所述第二基板上的彩色滤光器层,所述反射区域的所述彩色滤光器层的光学浓度比所述透过区域的所述彩色滤光器层的光学浓度小。

26. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置,其特征为,具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个双轴性光学各向异性的媒体层。

27. 如权利要求 13 所述的液晶显示装置,其特征为,还具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个单轴性光学各向异性的媒体层。

28. 一种液晶显示装置,它具有:

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的液晶层;

具有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、和设在所述第一电极和所述第二电极之间的所述液晶层的多个像素;

当施加预定电压时,所述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域,

所述第一电极具有在与所述至少一个液晶区域的轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的至少一个第一开口部、和在与所述至少一个液晶区域的周边一部分对应的位置上设置的至少一个切口部或第二开口部;

所述至少一个切口部或第二开口部包含矩形部分,所述至少一个切口部或第二开口部的所述矩形部分的宽度 E_W 比所述至少一个第一开口部的宽度 E_C 大。

29. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,当施加预定电压时,所述液晶层形成取轴对称取向的二个以上的液晶区域,所述至少一个第一开口部包含在与所述二个以上的液晶区域内的所述轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的二个以上的开口部。

30. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,所述第一电极为设置在所述多个像素的每一个上的像素电极,所述至少一个切口部或第二开口部的宽度 EW ,与互相相邻的像素电极间的间隙相同或大于该间隙。

31. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,从基板的法线方向看所述至少一个第一开口部时的形状具有旋转对称性。

32. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,所述至少一个切口部或所述至少一个第二开口部具有在预定位置形成的多个切口部或第二开口部,包含相对于所述至少一个第一开口部,点对称配置的切口部或第二开口部。

33. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,还具有规则地配置在所述第一基板的所述液晶层侧的壁结构体,所述壁结构体包含在所述至少一个切口部或第二开口部的所述矩形部分内形成的第一壁部分。

34. 如权利要求 33 所述的液晶显示装置,其特征为,所述壁结构体包含从所述第一壁部分延伸的第二壁部分。

35. 如权利要求 33 所述的液晶显示装置,其特征为,所述壁结构体包含设置在包围所述第一电极的区域中的第三壁部分。

36. 如权利要求 28 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 比所述反射区域内的所述液晶层的厚度 d_r 大。

37. 如权利要求 36 所述的液晶显示装置,其特征为,所述第二基板在所述反射区域内具有透明介电层。

38. 如权利要求 36 所述的液晶显示装置,其特征为,当施加预定电压时,所述液晶层形成取轴对称取向的二个以上的液晶区域;

所述二个以上的液晶区域包含在所述透过区域上形成的液晶区域和在所述反射区域上形成的液晶区域;

所述至少一个第一开口部包含在与所述二个以上的液晶区域的轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的二个以上的开口部。

39. 如权利要求 28 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的至少一个具有规定所述液晶层厚度的支承体。

40. 如权利要求 28 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,所述第一电极设为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。

41. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个双轴性光学各向异性的媒体层。

42. 如权利要求 28 所述的液晶显示装置,其特征为,具有通过所述第一基板和所述第二基板互相相对配置的一对偏光板,在所述第一基板和/或所述第二基板与所述一对偏光板之间还具有至少一个单轴性光学各向异性的媒体层。

液晶显示装置

技术领域

本发明涉及液晶显示装置及其制造方法，特别是涉及可以很好地在移动信息终端（例如 PDA），移动电话，车载用的液晶显示器，数码相机，个人计算机，娱乐设备，电视机等中使用的液晶显示装置。

背景技术

信息流动天天进步，移动电话，PDA，数码相机，摄象机，车载用导航等机器,深入浸透到人们的生活中，其中大部分都采用液晶显示装置。随着这些液晶显示装置主体处理的信息量的增加，希望显示更多的信息，市场对于高对比度，广视野角，高亮度，多色，高精细化的要求提高。

作为可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。一般地，垂直取向型液晶层利用垂直取向膜和介电率各向异性为负的液晶材料制成。

例如，在专利文献 1 中提出了一种液晶显示装置，它在通过液晶层与像素电极相对的对向电极上设置的开口的周边产生倾斜电场，使在该开口内成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，从而改善视角特性。

然而，在专利文献 1 所述的结构中，在像素内的全区域上形成倾斜电场是困难的，结果，在像素内产生液晶分子对电压的响应滞后的区域，出现残象现象，这是一个问题。

在专利文献 2 中，说明了一种实现广视野角的技术，它是在与像素电极相对的共通电极的两侧上设置狭缝电极（开口图形），同时，两个电极中至少一个在形成狭缝电极的区域配置台阶利用开口图形，在 4 个方向使电场倾斜均匀分散。

另一方面，在专利文献3中说明了通过在像素内有规则地设置多个凸部，使以凸部为中心出现的倾斜状放射取向的液晶区域

的取向状态稳定的技术。在该文献中，说明了可以在利用凸部产生的取向限制力的同时，通过利用在电极上作出的开口产生的倾斜电场，限制液晶分子的取向，从而改善显示特性。

另一方面，近年来提出了在屋外或屋内都可以有高品质地显示液晶显示装置（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。

现在市场销售的半透过型液晶显示装置利用ECB模式或TN模式等，但在上述特许文献3中说明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的结构。另外，在专利文献6中，说明了在垂直取向型液晶层的半透过型液晶显示装置中，通过在为了使透过区域的液晶层厚度为反射区域的液晶层厚度为2倍而设置的绝缘层上形成的凹部来控制液晶的取向(多轴取向)的技术。还说明了将凹部作成正八边形，通过液晶层在与凹部相对的位置上形成突起(凸部)部分或槽(电极开口部)的结构(参照专利文献6的图4和图16)。

另外，为了改善反射模式的显示品质，研究了形成扩散反射特性好的扩散反射层的技术。例如，在专利文献7中，说明了通过经过利用二层感光性树脂膜的光刻工序，在反射电极表面上形成随机配置的微细的凹凸形状，得到良好的扩散反射特性的技术。进而，在专利文献8中，以简化制造过程为目的，说明了利用1层感光性树脂，通过用于形成接触孔和微细的凹凸的光掩模进行曝光，再将其显象，从而形成具有微细的凹凸形状的反射电极的技术。

[专利文献1]特开平6-301036号公报

[专利文献2]特开2002-55347号公报

[专利文献3]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]特开2002-350853号公报

[专利文献7]特开平6-75238号公报

[专利文献8]特开平9-90426号公报

专利文献3中所述的技术是在像素内设置凸部，形成多个液晶区域

(即, 分割像素), 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, 为了得到的充分的取向限制力, 必需在像素内部形成规则地配置的凸部的取向控制结构等的取向控制结构, 存在制造工序复杂的问题。另外, 当在像素内设置凸部取向限制结构时, 由于产生从凸部周边的光泄漏, 对比度比降低, 或者当为了防止这些而设置遮光部分时, 有效开口率降低。

另外, 在专利文献6所述的技术中, 必需配置用于控制多轴取向而设置的凹部和在相反侧配置凸部或电极开口部, 从而产生与上述现有技术同样的问题。

发明内容

本发明是考虑上述问题而提出的, 其一个目的是要提供一种在在像素内具有至少一个轴对称取向区域(也称为“放射状倾斜取向区域”)的液晶显示装置中, 可使液晶取向充分稳定, 并且可抑制对比度比和有效开口率降低的液晶显示装置。

另外, 为了改善半透过型液晶显示装置的反射模式的显示品质, 当利用专利文献7或8中上述的方法形成反射电极时, 制造过程复杂。即: 必需不但形成取向限制用的凸部, 而且还要形成改善扩散反射特性用的微细的凹凸, 因此液晶显示装置的成本提高。

本发明的另一个目的是要提供一种在用比较简单的结构, 使液晶取向充分稳定的同时, 可用比先前简单的过程制造的液晶显示装置及制造方法。

本发明的再一个目的是要提供一种在像素内具有至少一个轴对称取向区域的液晶显示装置中, 利用只在单侧的基板上设置轴对称取向的取向限制结构的比较简单的结构, 使液晶取向充分稳定, 可得到与现有同等以上的显示品质的液晶显示装置。

本发明的第一方面的液晶装置它具有:

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的液晶层;

具有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、和设在上述第一电极和上述第二电极之间的上

述液晶层的多个像素；

上述第二电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个开口部，而且上述第一基板在上述多个像素的间隙处具有遮光区域，在上述遮光区域的上述液晶层侧具有规则地排列的壁结构体，

当至少施加预定电压时，上述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，上述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在上述至少一个开口部内或其附近形成。

在实施例1中，当在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层上施加相对透过率为10%的电压时，优选上述第二电极的上述至少一个开口部的电位比上述液晶层的阈值电压小。在形成多个液晶区域的情况下，优选形成与各个液晶区域的中心轴对应的开口部，也可以在一部分液晶区域中省略开口。

在实施例1中，上述至少一个开口部的大小 W_h 满足 $2\mu m \leq W_h \leq 20\mu m$ 的条件。该大小 W_h 在上述至少一个开口部为园形的情况下，用直径表示，在多边形的情况下，用最长的对角线长度表示

在实施例1中，其特征为，上述第一电极具有至少一个切口部。

在实施例1中，其特征为，在上述多个像素的间隙中有遮光区域，规定上述液晶层厚度的支承体设在上述遮光区域中。

在实施例1中，其特征为，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 d_t 和上述反射区域内的上述液晶层的厚度 d_r 满足 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ 的关系。

在实施例1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；上述至少一个液晶区域包含在上述透过区域中形成的液晶区域，上述至少一个开口部包含与上述透过区域中形成的上述液晶区域的中心轴对应的开口部；

上述第一电极具有以上述开口部为中心，点对称配置的多个切口部。与反射区域上形成的液晶区域对应的开口部可省略。

在实施例1中，其特征为，在上述第二基板的上述反射区域中，有选择地设置透明介电层。

在实施例1中，其特征为，上述透明介电层具有散射光的功能。

在实施例中，其特征为，进一步具有设在上述第二基板上的彩色滤光器层，上述反射区域的上述彩色滤光器层的光学浓度比上述透过区域的上述彩色滤光器层小。

在实施例中，它具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

在实施例中，其特征为，它具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

本发明的第二方面的液晶显示装置它具有：

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的液晶层；

具有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、和设在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层的多个像素；

上述第一基板在上述多个像素的间隙处具有遮光区域，在上述遮光区域的上述液晶层侧具有规则地配置排列的壁结构体，

上述第一电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个第一开口部；上述第二电极具有在像素内预定位置上形成的至少一个第二开口部；而且

当至少施加预定电压时，上述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，上述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在上述至少一个第一开口部内和上述至少一个第二开口部内的至少一个开口部内或其附近形成。

在实施例中，上述至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴的一端在上述至少一个第一开口部内或其附近；而另一端在上述至少一个第二开口部内或其附近。

在实施例中，上述至少一个第一开口部和上述至少一个第二开口部优选通过上述液晶层配置在互相至少一部分重叠的位置上。在形成多个液晶区域的情况下，优选作出与各个液晶区域的中心轴对应的第一开口部和第二开口部（一对开口部），而在一部分液晶区域中，可省

略一个或二个开口部。

在实施例中，当在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层上施加相对透过率为10%的电压时，上述至少一个的第一开口部和第二开口部的至少一个的电位比上述液晶层的阈值电压小。

在实施例中，当在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层上施加相对透过率为10%的电压时，上述至少一个的第一开口部和第二开口部的电位比上述液晶层的阈值电压小。

在实施例中，上述至少一个的第一开口部和第二开口部的大小 W_h 都满足 $1\mu m \leq W_h \leq 18\mu m$ 的条件。第一开口部和第二开口部的大小互相不相同可以，相等也可以。另外，在上述至少一个第一和第二开口部为园形的情况下，开口部的大小 W_h 用直径表示，在多边形的情况下，用最长的对角线长度表示。

在实施例中，其特征为，上述第一电极具有至少一个切口部。

在实施例中，其特征为，在上述多个像素的间隙中有遮光区域，规定上述液晶层厚度的支承体设在上述遮光区域中。

在实施例中，其特征为，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。

在实施例中，其特征为，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；上述至少一个液晶区域包含在上述透过区域中的形成的液晶区域，上述至少一个第一开口部和/或第二开口部包含与上述透过区域中形成的上述液晶区域的中心轴对应的开口部；

上述第一电极具有以上述开口部为中心，点对称配置的多个切口部。可以与反射区域中形成的液晶区域对应的第一开口和/或第二开口。

上述第一电极具有以上述开口为中心，点对称配置的多个切口部。可以省略与反射区域中形成的液晶区域对应的第一开口和/或第二开口。

在实施例中，其特征为，在上述第二基板的上述反射区域中，有选择地设置透明介电层。这时，省略与在反射区域中形成的液晶区域

对应的第二开口部也可以。

在实施例1中，其特征为，上述透明介电层具有散射光的功能。

在实施例1中，其特征为，还具有设在上述第二基板上的彩色滤光器层，上述反射区域的上述彩色滤光器层的光学浓度比上述透过区域的上述彩色滤光器层小。

在实施例1中，其特征为，具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

在实施例1中，其特征为，它还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

本发明的第三方面的液晶显示装置它具有：

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液晶层；

具有分别包含在上述第一基板上形成的第一电极、设在上述第一基板和上述第一电极之间的层间绝缘膜、在上述第二基板上形成的第二电极、和设在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层的多个像素；

上述层间绝缘膜具有设在预定位置的至少一个凹部，当至少施加预定电压时，上述液晶层形成至少一个液晶区域，该至少一个液晶区域包含在由上述至少一个凹部规定的方位上倾斜的液晶分子。

在实施例1中，上述第一电极具有至少一个开口部，上述至少一个开口部包含在与上述至少一个凹部对应的位置上形成的开口部。

在实施例1中，上述多个像素配置排列成矩阵状，当短的一方的间距为 P_s 时，上述至少一个凹部的最大内径 D_c 满足 $D_c < 0.35 \cdot P_s$ 的关系。

在实施例1中，上述层间绝缘膜厚度 I_d 和上述至少一个凹部的深度 h 的关系满足 $h < 0.8 \cdot I_d$ 的关系。

在实施例1中，上述第一电极还具有至少一个切口部。

在实施例1中，它还具有与上述层间绝缘膜形成为一体的壁结构体，上述壁结构体规则地配置排列在上述多个像素各自的周围。

在实施例中，在上述多个像素各自的周围具有遮光区域，上述壁结构体规则地配置在上述遮光区域。

在实施例中，上述液晶层为垂直取向型液晶层，当将至少是预定电压施加在上述液晶层上时形成的上述至少一个液晶区域，包含呈轴对称取向的液晶区域，轴对称取向的中心轴在上述至少一个凹部内或其附近形成。

在实施例中，上述第二电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个进一步形成的开口部；

上述液晶层为垂直取向型液晶层，当将至少是预定电压施加在上述液晶层上时形成的上述至少一个液晶区域，包含呈轴对称取向的液晶区域，轴对称取向的中心轴在上述至少一个进一步形成的开口部内或其附近形成。

在实施例中，它还在上述第一基板上具有与上述第一电极电连接的开关元件，上述开关元件的至少一部分被上述层间绝缘膜覆盖。

在实施例中，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。

在实施例中，上述至少一个液晶区域包含在上述透过区域中形成、呈轴对称取向的液晶区域，轴对称取向的中心轴在上述至少一个凹部内或其附近形成。

在实施例中，上述层间绝缘膜具有表面实质上平坦的第一区域和表面有凹凸形状的第二区域，上述透明电极在上述第一区域上形成，上述反射电极在上述第二区域上形成。

在实施例中，它具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

在实施例中，其特征为，它还具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

本发明的第三方面的液晶显示装置的制造方法，其中，该液晶显示装置具有：

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液晶层；

具有分别包含在上述第一基板上形成的第一电极、与上述第一电极电连接的电路元件、设在上述第一基板和上述第一电极之间的层间绝缘膜、在上述第二基板上形成的第二电极、和设在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层的多个像素；

它包含下列工序：

在第一基板上形成电路元件的工序；

形成覆盖上述电路元件的正型感光性树脂膜的工序；

在使上述感光性树脂膜曝光、形成曝光量互不相同的预定区域的工序；

通过使被曝光的上述感光性树脂膜显象，形成露出上述电路元件的一部分的接触孔、和具有至少一个凹部的层间绝缘膜的工序；和

在上述层间绝缘膜上形成第一电极的工序。

在实施例中，形成上述层间绝缘层的工序包含形成表面实质上平坦的第一区域和表面有凹凸形状的第二区域的工序；

形成上述第一电极的工序包含在上述第一区域的上述层间绝缘膜上形成透明电极的工序、和在上述第二区域的上述层间绝缘膜上形成反射电极的工序。

在实施例中，上述曝光工序包含：

利用第一光掩膜，形成成为上述第二区域和其他区域的第一曝光工序；和

在上述其他区域中，利用第二光掩模形成成为上述接触孔的区域和成为上述至少一个凹部的区域的第二曝光工序。

在实施例中，上述液晶显示装置还具有规则地排列在上述多个像素各自的周围、与上述层间绝缘膜形成为一体的壁结构体；

上述第一曝光工序为形成成为上述第二区域的区域和成为壁结构体的区域的工序。

在实施例中，形成上述第一电极和/或上述第二电极的工序包含形成导电膜的工序、和在上述导电膜上形成图形的工序；上述形成图形的工序包含在上述第一电极和/或上述第二电极的预定位置形成多个开

口部或切口部的工序。

本发明的第四方面的液晶显示装置它具有：

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的液晶层；

具有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、和设在上述第一电极和上述第二电极之间的上述液晶层的多个像素；

当至少施加预定电压时，上述液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，

上述第一电极具有在与上述至少一个液晶区域的轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的至少一个第一开口部、和在与上述至少一个液晶区域的周边一部分对应的位置上设置的至少一个切口部或第二开口部；

上述至少一个切口部或第二开口部包含矩形部分，上述至少一个切口部或第二开口部的上述矩形部分的宽度 EW 比上述至少一个第一开口部的宽度 EC 大。

在实施例1中，其特征为，当施加至少预定电压时，上述液晶层形成呈轴对称取向的2个以上的液晶区域，上述至少一个第一开口部包含在与上述二个以上的液晶区域内的上述轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的二个以上的开口部。

在实施例1中，上述第一电极为设置在上述多个像素的每一个上的像素电极，上述至少一个切口部或第二开口部的宽度 EW ，与互相相邻的像素电极间的间隙相同或比它大。

在实施例1中，从基板的法线方向看上述至少一个第一开口部时的形状具有旋转对称性。

在实施例1中，上述至少一个切口部或第二开口部具有在预定位置形成的多个切口部或第二开口部，包含相对于上述至少一个第一开口部，点对称配置的切口部或第二开口部。

在实施例1中，它还具有规则地配置在上述第一基板的上述液晶层侧的壁结构体，上述壁结构体包含在上述至少一个切口部或第二开口部的上述矩形部分内形成的第一壁部分。

在实施例中，上述壁结构体包含从上述第一壁部分延伸的第二壁部分。

在实施例中，上述壁结构体包含设置在包围上述第一电极的区域中的第三壁部分。

在实施例中，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 d_t 比上述反射区域内的上述液晶层的厚度 d_r 大。

在实施例中，上述第二基板在上述反射区域内具有透明介电层。

在实施例中，当至少施加预定电压时，上述液晶层形成取轴对称取向的二个以上的液晶区域；

上述二个以上的液晶区域包含在上述透过区域上形成的液晶区域和在上述反射区域上形成的液晶区域；

上述至少一个第一开口部包含在与上述2个以上的液晶区域的轴对称取向的大致中心对应的位置上设置的2个以上的开口部。

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

在实施例中，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，上述第一电极为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。

在实施例中，它具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

在实施例中，其特征为，它具有通过上述第一基板和上述第二基板互相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的媒体层。

发明的效果

本发明的第一方面的液晶显示装置，利用配置在第一基板的遮光区域内的液晶层上的壁结构体的倾斜面效果规定施加电压时（产生电场时）液晶分子的倾斜方向，在形成轴对称取向区域的同时，设置在第二电极（例如对向电极）上的开口部起固定轴对称取向中心轴的作用，结果，使轴对称取向区域的取向稳定。另外，在第一电极上设置

切口部，利用在切口部附近产生的倾斜电场的影响，规定液晶分子的倾倒方向，稳定地形成轴对称取向区域。

由于在第一基板上形成的壁结构体设在遮光区域内，因此不降低实际开口率和对对比度比。可以形成轴对称取向区域。由于配置在第2电极规定位置上的至少一个开口部，可固定和稳定轴对称取向的中心轴位置，其大小较小，使实际开口率的降低小。另外，难以受到第一基板和第二基板贴合时的对准偏差影响。

由于通过在与轴对称取向液晶区域的中心轴对应的位置上设置开口部，固定和稳定中心轴位置，因此在液晶显示板全部表面内，轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定的位罝，结果，可提高显示的均匀性，降低从倾斜观察中间色调显示的不光滑感。另外，轴对称取向稳定的结果可缩短中间色调显示的响应时间，还可缩短按压液晶显示板时产生的取向混乱（按压产生的残象）回复至正常取向的时间。

在半透过型液晶显示装置中使用的情况下，当为了控制液晶层厚度，采用在第二基板上设置透明的介电层的结构时，与在第一基板上设置台阶，分割透过区域和反射区域的先前的半透过型显示装置比较，可减少对透过显示没有帮助的无效区域，改善透过显示时的亮度。另外，为了改善反射区域的亮度而设置的扩散反射板，不但可在第一基板的反射区域上形成，而且可以在第二基板的透明介电层上形成光散射层（光扩散层）。在这种情况下，可以不需要在反射电极的表面上形成凹凸等。

本发明的第二方面的液晶显示装置，利用配置在第一基板的遮光区域内的液晶层上的壁结构体的倾斜面效果规定施加电压时（产生电场时）液晶分子的倾斜方向，在形成轴对称取向区域的同时，设置在第一电极（例如像素电极）和第二电极（例如对向电极）上的开口部起固定轴对称取向中心轴的位置的作用，结果，使轴对称取向区域的取向稳定。另外，如在第一电极上设置切口部，则利用在切口部附近产生的倾斜电场的影响，规定液晶分子的倾倒方向，稳定地形成轴对称取向区域。

由于在第一基板上形成的壁结构体设在遮光区域内，因此不降低实际开口率和对对比度比。可以形成轴对称取向区域。另外，当液晶区

域的轴对称取向的中心轴一端固定在第一开口部内或其附近，另一端固定在第二开口部内或其附近，这样可配置第一开口部和第二开口部（一对开口部）时，轴对称取向的中心轴更可稳定地固定。当第一开口部和第二开口部（一对开口部）通过液晶层互相至少一部分重叠地配置时，可以抑制开口部造成的实际开口率降低。这时，由于第一开口部和第二开口部的作用，使一个中心轴固定和稳定，然而各开口部（第一开口部或第二开口部）发现的作用，比用一个开口部固定和稳定中心轴的情况好。即：由于减少第一开口部和第二开口部的大小（例如，圆形开口部的直径），可以抑制实际开口率的降低。第一开口部和第二开口部的大小彼此相等可以，不同也可以。由于第一开口部和第二开口部是为了固定和稳定轴对称取向的中心轴的位置而设置的，其大小较小，因此，实际开口率的降低小。另外，难以受到第一基板和第二基板贴合时对准错位的影响。

由于通过在与轴对称取向液晶区域的中心轴对应的位置上设置开口部，固定和稳定中心轴位置，因此在液晶显示板全部表面内，轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定的位罝，结果，可提高显示的均匀性，降低从倾斜观察中间色调显示的不光滑感。另外，轴对称取向稳定的结果可缩短中间色调显示中的响应时间，还可缩短按压液晶显示板时产生的取向混乱（按压产生的残象）回复至正常取向的时间。

在半透过型液晶显示装置中使用的情况下，当为了控制液晶层厚度，采用在第二基板上设置透明的介电层的结构时，与在第一基板上设置台阶，分割透过区域与反射区域的先前的半透过型显示装置比较，可减少对透过显示没有帮助的无效区域，改善透过显示时的亮度。另外，为了改善反射区域的亮度而设置的扩散反射板，不但可在第一基板的反射区域上形成，而且可以在第二基板的透明介电层上形成光散射层（光扩散层）。在这种情况下，可以不需要在反射电极的表面上形成凹凸等。

本发明的第三方面的液晶显示装置在第一电极（例如像素电极）和第一基板之间设置的层间绝缘膜在规定区域中具有凹部，在与该凹部对应而形成在液晶层表面上的凹部可作为取向限制结构，规定至少在施加预定电压（阈值以上的电压）时，液晶分子倾斜的方位。层间

绝缘膜典型的是按照覆盖与第一电极电气连接的电路元件（线路和开关元件（TFT等））的方式形成，利用在层间绝缘膜上形成接触孔的过程，形成上述凹部，因此制造工序不复杂。另外，当在与第一电极的凹部对应的位置上设置开口部时，利用施加电压时在开口部附近产生的倾斜电场，可以限制液晶分子的倾斜方位（方向）。

当在第一电极上设置切口部时，利用切口部附近产生的倾斜电场，也可以规定液晶分子倾斜的方向。另外，通过规则地设置在像素周围的壁结构体，可以规定液晶分子倾斜的方向。壁结构体利用其倾斜侧面的固定作用（取向限制力），规定电场引起的液晶分子的倾倒方向。具有在由壁结构体包围的区域上，稳定地形成包含取向方向互不相同的液晶分子的至少一个液晶区域。通过将该壁结构体和层间绝缘膜作成一体，可以避免制造工序复杂化。另外，由于像素的周边作成遮光区域，可抑制和防止壁结构体造成的光泄漏。

在层间绝缘膜上设置的凹部、在第一电极（典型的为像素电极）上设置的开口部和壁结构体的取向限制结构都在第一基板上形成，即使不在第二基板上设置取向限制结构，也可得到足够的取向限制力。

例如，当使用垂直取向型液晶层作为液晶层时，可在上述凹部内或其附近形成固定并稳定中心轴的轴对称取向区域。通过在与凹部对应的位置上设置开口部，可以更可靠地固定和稳定中心轴。另外，利用切口部和/或壁结构体的取向限制力可以使轴对称取向稳定。特别是在像素内形成多个轴对称取向区域的情况下，通过在边界上设置切口部，可以有效地稳定轴对称取向区域。

为了固定和稳定轴对称取向的中心轴，在与第一电极相对的第二电极上设置开口部也可以，根据需要，设置切口部也可以。

这样，利用本发明的第三方面，由于可使轴对称取向稳定而且可以固定和稳定中心轴，因此可以改善由中心轴位置在显示区域内不均匀（每个像素有偏差）引起的显示不光滑感的产生或中间色调电压间迁移时看见的缓和响应时间滞后引起的残象现象等。另外，在各个像素上至少形成一个液晶区域也可以，根据像素大小和形状形成两个以上的液晶区域也可以，对于典型的长方形像素，优选形成两个以上的液晶区域。

本发明的第四个方面的液晶显示装置的第一电极（例如像素电极）具有第一开口部和至少一个第二开口部或切口部。当将预定电压（阈值以上的电压）施加在第一电压和通过垂直取向型液晶层与第一电极相对的第二电极（例如对向电极）之间时，在第一电极的周边（边缘）、第一开口部和第二开口部或切口部的周围形成倾斜电场，通过该倾斜电场的取向限制力，形成在像素内取轴对称取向的液晶区域。由于第一开口部起固定和稳定轴对称取向的中心轴的作用，第一开口部位于液晶区域的大致中心。另一方面，切口部或第二开口部具有矩形部分，由于该矩形部分规定液晶区域周边（在形成多个液晶区域的情况下，为相邻的液晶区域间的边界）的液晶分子的取向，因此，切口部或第二开口部位于液晶区域的周边。另外，切口部或第二开口部的矩形部分的宽度EW比第一开口部的宽度EC大，结果，可有效地将液晶区域的中心固定和稳定在第一开口部。另外，通过使切口部或第二开口部的矩形部分的宽度EW与相邻的像素电极（第一电极）间的间隔相同或比它大，在矩形部分发周围形成的倾斜电场产生的取向限制力可与在像素电极的边缘上形成的倾斜电场产生的取向限制力同等以上，因此可使在像素内形成的液晶区域的取向更稳定。特别是当在像素内形成多个液晶区域时，当使为了规定相邻的液晶区域边界而设置的切口部或第二开口部满足上述条件时，稳定液晶区域的取向的效果大。

这样，根据本发明的第四方面，不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、切口部或凸部等定向限制结构，可用比先前简单的结构，使液晶取向足够稳定，可得到与先前同等以上的显示品质。

另外，除了在第一电极上设置的第一开口部和切口部或第二开口部以外，利用在第一基板上设置的壁结构体，可以使液晶区域的取向更稳定。壁结构体利用其倾斜侧面（壁面）的取向限制力，限制液晶区域周边的液晶分子的取向。由于壁结构体在不施加电压状态下也可以发挥取向限制力，特别在中间色调显示状态等由倾斜电场产生的取向限制力弱的情况下，可使液晶区域的取向稳定。结果，可改善中间色调显示的显示品质。

附图说明

图1为示意性地表示本发明的第一方面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)为沿着图(a)中的1B-1B'线的截面图。

图2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1200的一个像素的结构图；(a)为平面图，(b)为沿着(a)中的2B-2B'线的截面图；

图3为半透过型液晶显示装置1200的有源矩阵基板1210a的平面图；

图4为半透过型液晶显示装置1200的有源矩阵基板1210a的平面图；

图5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)为不加电压时，(b)为加电压时的情况；

图6(a)和(b)为示意性表示在液晶层上加上相对透过率为10%的电压后，经过200毫秒(ms)后的液晶分子(图中的线条)的取向状态，和用二维电场模拟求出液晶层内形成的电场的等电位线的结果图；(a)表示在对向电极上不设置开口部的情况，(b)表示在对向电极上设置开口部的情况；

图7为表示在本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置中，开口部直径 W_h 和加3V时(中间色调(gray scale)电压)的开口部电位 V_a 的关系的图形；

图8为表示在本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置中，施加3V时在开口部内相对透过率为0%的区域的直径(垂直取向区域直径) L_h ，和开口部直径 W_h 的关系的图形；

图9为表示本发明的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10为表示本发明的第一方面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)与液晶层的厚度的关系的图形；

图11为表示本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置的视角对比度比特性的图；

图12为示意性表示本发明的第二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12B-12B'线的截面图；

图13为示意性表示本发明的第二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)为沿中的13B-13B'线的截面图；

图14为半透过型液晶显示装置2200的有源矩阵基板2210a的平面图；

图15为半透过型液晶显示装置2200的有源矩阵基板2210a的截面图；

图16为说明本发明的第二方面的实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图，(a)表示不施加电压时，(b)表示施加电压时的情况；

图17(a)和(b)为示意性表示在液晶层上施加相对透过率为10%的电压后，经过200m秒后的液晶分子(图中的线条)的取向状态，和用二维电场模拟求出液晶层内形成的电场的等电位线的结果图；(a)表示在对向电极上不设置开口部的情况，(b)表示在对向电极上设置开口部的情况；

图18为表示在本发明的第二方面的实施例的液晶显示装置中，开口部直径 Wh' 和施加3V时的开口部电位 Va' 的关系的图形；

图19为表示在本发明的第二方面的实施例的液晶显示装置中，施加3V时在开口部内相对透过率为0%的区域的直径(垂直取向区域直径) Lh' 和开口部直径 Wh' 的关系的图形；

图20为示意性地表示本发明的实施例的透过型液晶显示装置3100的一个像素结构。图(a)为平面图，(b)为沿(a)中的20B-20B'线的截面图；

图21A为示意性地表示本发明的第三方面的实施例的另一个透过型液晶显示装置的有源矩阵基板结构的平面图；

图21B为示意性表示图21A所示的有源矩阵基板的结构的截面图；

图22为示意性地表示本发明的第三方面的实施例的另一个透过型液晶显示装置3100'的结构截面图；

图23为示意性地表示本发明的第三方面的实施例的半透过型液晶显示装置3200的一个像素的结构图，(a)为平面图，(b)为沿着(a)

中的23B-23B' 线的截面图。

图24为示意性地表示本发明的第三方面的实施例的半透过型液晶显示装置的有源矩阵基板的结构的平面图；

图25为示意性地表示具有图24所示有源矩阵基板的液晶显示装置的结构截面图；

图26 (a) ~ (f) 为说明图25所示的有源矩阵基板的制造方法的示意图；

图27为表示凹部的内径 D_c 和像素的短间距 P_s 的关系的概略图；

图28为表示凹部的最大内径 D_c 和有效开口率的关系的图形；

图29 (a) 和 (b) 为沿着图23的29A-29A' 线的截面图，(b) 为图(a) 的虚线包围部分的放大图；

图30为说明本发明的第三方面的实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图，(a) 为不施加电压时，(b) 为施加电压时的情况；

图31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) 为不施加电压时，(b) 为施加电压时的情况；

图32为说明本发明实施例的液晶显示装置的动作原理的概略图，它表示施加电压时液晶分子的取向状态。

图33为说明本发明的实施例的液晶显示装置具有的第一开口部的作用的示意图 (a) 为设置第一开口部的情况，(b) 为不设置第一开口部情况时示意性地表示液晶分子的取向；

图34为说明将第二开口部4013的矩形部分的宽度 EW 作得比第一开口部4014的宽度 EC 大而得到的效果的示意图，(a) 表示 $EW > EC$ 的情况，(b) 表示 $EW = EC$ 的情况。

图35 (a) - (c) 为说明本发明的第四方面的实施例的液晶显示切口部4013和壁结构体4015的优选结构的图；

图36为示意性地表示本发明的第四方面的实施例的透过型液晶显示装置4100的一个像素的结构的图，(a) 为平面图，(b) 为沿 (a) 中的36B-36B' 线的截面图；

图37为示意性地表示本发明的第四方面的实施例的透过型液晶显示装置4200的一个像素的结构的图，(a) 为平面图，(b) 为沿 (a) 中的37B-37B' 线的截面图；

图38为示意性地表示本发明的第四方面的实施例的半透过型液晶显示装置4300的一个像素的结构的图，(a)为平面图，(b)为沿(a)中的38B-38B'线的截面图；

图39(a)为表示实施例3的液晶显示装置的像素电极的切口部和第一开口部的配置的平面图，(b)为表示实施例4的液晶显示装置的像素电极的切口部和第二开口部、第一开口部与壁结构体配置的平面图；

图40为实施例3的液晶显示装置的电压-透过率特性图；

图41为实施例4的液晶显示的电压-反射和透过率特性图；

图42为表示实施例5的液晶显示装置的像素电极的切口部、第一开口部和壁结构体的配置的平面图；

图43为表示比较例2的液晶显示装置的像素电极的切口部、第一开口部和壁结构体的配置的平面图；

图44为表示参考例1的液晶显示装置的像素电极的切口部、第一开口部和壁结构体的配置的平面图；

图45为参照例1的液晶显示装置的等对比度特性图。

符号说明：1001—TFT(有源矩阵)基板，1002—栅极信号线，1003—源极信号线，1004—TFT，1005—漏电极，1006—像素电极，1007—透明电极，1008—反射电极，1009—栅极绝缘膜，1010—栅极电极，1011sd—源极和漏极(n+-Si层)，1012s—半导体层，1012c—通道保护层，1014—开口结构，1015—开口部，1016—绝缘膜，1017—透明基板(对向(CF)基板)，1018—彩色滤光器层；1019—对向电极，1020—液晶层；1021—液晶分子，1012、1032—取向膜，1050—液晶面板，1040、1043—偏光板，1041、1044—1/4波长板，1042，1045—光学各向异性为负的相位差板(NR板)，1100—透过型液晶显示装置，1110a—有源矩阵基板，1110b—对向基板(彩色滤光器基板)，1111—像素电极，1113—切口部，1114—开口部，1115—壁结构体；1130—彩色滤光器层，1131—对向电极，1133—支承体；1200—半透过型液晶显示装置，1210a—有源矩阵基板；1210b—对向基板(彩色滤光器基板)，1211—像素电极；1213—切口部；1214—开口部；1215—壁结构体；1230—彩色滤光器层；1231—对向电极；1232—透明介电层(反射部分台阶)；1233—支承体。

具体实施方式

以下，参照附图，具体地说明本发明的第一方面的实施例的液晶显示装置的结构。

（透过型液晶显示装置）

首先，参照图1说明本发明的第一方面的实施例的透过型液晶显示装置1100的结构。图1为示意性地表示透过型液晶显示装置1100的一个像素的结构的图，1（a）为平面图，1（b）为沿着图1（a）中的1B-1B'线的截面图。

这里表示将一个像素分割为2个（ $N=2$ ）的例子。但根据像素间距，可将分割数（ $=N$ ）设定为3及其3以上，在这种情况下，优选设置在第二基板侧的分割区域的大致中心处的开口部的数（ $=n$ ）与像素分割数（ $=N$ ）相同。另外，与像素的高精细化对应，希望通过减少分割数（ $=N$ ），提高有效开口率。在不分割像素的情况下（表现为 $N=1$ ），也可以采用本发明。被分割的区域称为“子像素”。典型的是，在子像素中形成一个液晶区域。

液晶显示装置1100具有透明基板（玻璃基板）1110a，与透明基板1110a相对设置的透明基板1110b，和设在透明基板1110a和1110b之间的垂直取向型液晶层1120。垂直取向膜（图中没有示出）设在与基板1110a和1110b上的液晶层1120连接的面上。当不施加电压时，液晶层1120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1120包含介电率各向异性为负的向列型液晶材料，根据需要，还可包含手性试剂。

液晶显示装置1100具有在透明基板1110a上形成的像素电极1111，在与透明基板1110a对向设置的透明基板1110b上形成的对向电极1131，设在像素电极1111和对向电极1131之间的液晶层1120规定像素。像素电极1111和对向电极1131都由透明导电层（例如ITO层）制成。典型的结构是，在透明基板1110b的液晶层1120上形成与像素对应设置的彩色滤光器1130（将多个彩色滤光器归纳，全体称为彩色滤光器层1130），和设在邻接的彩色滤光器1130之间黑色矩阵（遮光层）1132。在它们上形成对向电极1131，在对向电极1131（液晶层1120侧）上形成彩色滤光器层1130或黑色矩阵1132也可以。

在分割数(=N)为2的图1所示的液晶显示装置1100中,在透明基板1110a上的像素电极1111上,在像素周围的遮光区域中,配置后述的壁结构体1115;同时,根据需要,在预定位置有4个切口部1113。另一方面,在相对侧的透明基板1110b上具有与在子像素的预定位置上的分割数相应的数目(图1中 $n=2$)的开口部1114。

当将预定电压施加在该液晶层上时,形成分别呈轴对称取向的二个(与分割数N的数目相同)液晶区域(domain)。这些液晶区域的各个轴对称取向的中心轴,在开口部1114内或其附近形成。如后所述,设置在对向电极1131上的开口部1114,起固定轴对称取向区域的中心轴位置的作用。壁结构体1115以其倾斜面的效果,可在施加电压(产生电场时)时起规定液晶分子倾斜方向的作用。当不施加电压时,由壁结构体1115的倾斜侧面产生的取向限制力起作用,使液晶分子倾斜。

另外,设置在像素电极1111上的切口部1113设在轴对称取向区域的边界附近,可以规定电场引起的液晶分子倾倒的方向,形成轴对称取向区域。通过在像素电极1111和对向电极1113之间施加电压,在开口部1114和切口部1113的周边形成倾斜电场。利用该倾斜电场和壁结构体1115引起的变形形成的壁面上的电场作用,规定液晶分子的倾斜方向,结果,如上所述形成轴对称取向。另外,切口部1113包含以开口部(图1中的右侧的开口部)1114为中心点对称配置的4个切口部1113。该开口部则与在像素(全体则为透过区域)上形成的液晶区域的中心轴对应。

通过设置这种切口部1113,可以规定施加电压时液晶分子的倾倒方向,形成二个液晶区域。另外,在图1中,在像素电极1111的左侧不设置切口部的理由为,由于通过在位于图示的像素电极1111左侧的像素电极(图中没有示出)的右端设置的切口部得到同样的作用,因此省略了在像素电极1111的左端的可降低像素有效开口率的切口部。这里,由于也得到基于后述的壁结构体1115的取向限制力,所以即使在像素电极1111的左侧不设置切口部,除了与设置切口部的情况同样地形成稳定液晶区域以外,还可以得到提高有效开口率的效果。

这里,形成4个切口部1113,但在相邻液晶区域之间至少设置1个切口部也可以。例如,可在像素中心设置细长的切口部,其他省略也可以。

为了固定轴对称取向区域的中心轴而在对向电极1131的预定位置设置的开口部1114的形状优选为例子那样的圆形，但不是仅限于此。为了全方位地发挥大致相等的取向限制力，4边形以上的多边形较好，优选为正多边形。由电场规定轴对称取向区域内的液晶分子倾倒方向的切口部1113的形状，应使对于相邻的轴对称取向，发挥大致相等的取向限制力，以4边形优选。

液晶显示装置1100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1110a上有壁结构体1115。遮光区域在透明基板1110a上的像素电极1111的周边区域上形成，例如，为由TFT和栅极信号线路，源极信号线路或透明基板1110b上形成的黑色矩阵遮光的区域。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1115对显示没有不利影响。

这里所示的壁结构体1115设置为以包围像素的方式连续的壁，但不是仅限于此，分割成多个壁也可以。由于该壁结构体1115规定在液晶区域的像素的外延附近形成的边界，因此优选具有一定的长度。例如，在用多个壁（壁部）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。

如果将用于规定液晶层1120的厚度（也称为单元间隙）的支承体1133形成在遮光区域（这里为由黑色矩阵1132规定的区域）上，不会使显示品质降低，为优选。支承体1133可以在透明基板1110a和1110b中的任一个上形成，不限于仅在设置在遮光区域上的壁结构体1115上形成的情况。当在壁结构体1115上形成支承体1133时，壁结构体1115的高度与支承体1133的高度之和设定为液晶层1120的厚度。在将支承体1133设置在不形成壁结构体1115的区域中的情况下，支承体1133的高度设定为液晶层1120的厚度。支承体1133可利用感光性树脂，利用光刻工序形成。

在该液晶显示装置1100中，当将预定电压（阈值电压以上的电压）施加在像素电极1111和对向电极1131上时，在设置在对向电极1131的长度方向的中心处的二个开口部1114内或其附近分别形成中心轴稳定的二个轴对称取向。由壁结构体1115的壁面造成变形的电场和壁结构体的壁面效果，规定电场造成的相邻二个液晶区域内的液晶分子倾倒的

方向，利用一对切口部产生的倾斜电场的作用，相邻二个液晶区域内的液晶分子与由电场引起的倾倒的取向限制力协同作用，使液晶区域的取向稳定。因此，可省略切口部

通过在与对向电极1131的轴对称取向液晶区域的中心轴对应的位置上设置开口部1114，可使中心轴的位置固定和稳定，因此在液晶显示板内的全部表面上，可使轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定的位置，结果显示的均匀性提高。另外轴对称取向稳定，结果，可缩短中间色调显示的响应时间，还可以减少液晶显示面板按压产生的残象（缩短回复时间）。

另外，在透明基板1110a的液晶层1120侧设置TFT等有源元件和与TFT连接的栅极配线和源极配线等电路元件（图中都没有示出）。将透明基板1110a、在透明基板1110a上形成的电路元件和上述像素电极1111、壁结构体1115、支承体1133（支承体可在有源矩阵基板和彩色滤光器基板的其中之一上形成）和取向膜等归纳，称为有源矩阵基板。另一方面，将透明基板1110b和在透明基板1110b上形成的彩色滤光器层1130、黑色矩阵1132、对向电极1131和取向膜等归纳，称为对向基板或彩色滤光器基板。

另外，上述说明中省略了，液晶显示装置1100还具有通过透明基板1110a和1110b，相互相对配置的一对偏光板。一对偏光板典型地是与透过轴互相垂直地配置。如后所述，设置双轴性光学各向异性媒体层和/或在单轴性光学各向异性媒体层也可以。

（半透过型液晶显示装置）

其次，参照图2，说明本发明第一方面的实施例的半透过型液晶显示装置1200的结构。

图2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1200的一个像素的结构图，图2(a)为平面图，图2(b)为沿着图2(a)中的2B-2B'线的截面图。

这里表示将一个像素分割为3个（ $N=3$ ，透过区域分割2个，反射区域分割为1个）的例子，根据像素间距，可以设定分割数（ $=N$ ）至少为2个以上（透过区域最低分割为1个，反射区域最低分割为1个）。设置在对向基板（第二基板）侧的分割区域（形成轴对称取向区域的区域）

的大致中心处的开口部数(=n)优选与像素的分割数(=N)相同。但如后所述,在对向基板的反射区域的液晶层侧,有选择地设置透明介电层情况下,也可以不在对向电极(第二电极)的反射区域上设置开口部。另外,当分割数(=N)多时,由于有效开口率有降低的倾向,因此在高精细的显示板上使用的情况下,优选减少分割数(=N)。

液晶显示装置1200具有透明基板(玻璃基板)1210a、与透明基板1210a相对设置的透明基板1210b、和设在透明基板1210a和1210b之间的垂直取向型液晶层1220。垂直取向膜(图中没有示出)设在与二块基板1210a和1210b上的液晶层1220连接的面上。当不施加电压时,液晶层1220的液晶分子与垂直取向膜表面大致垂直地取向。液晶层1220包含介电各向异性为负的向列型液晶材料,根据需要,还可包含手性试剂。

液晶显示装置1200具有在透明基板1210a上形成的像素电极1211、在透明基板1210b上形成的对向电极1231。设在像素电极1211和对向电极1231之间的液晶层1220规定像素。如后所述,在透明基板1210a上形成TFT等电路元件。将透明基板1210a和在其上形成的结构元件归纳,称为有源矩阵基板1210a。

另外,典型的结构是,在透明基板1210b的液晶层1220侧形成与像素对应设置的彩色滤光器1230(将多个彩色滤光器归纳,全体称为彩色滤光器层1230),和设在邻接的彩色滤光器1230之间的黑色矩阵(遮光层)。在它们上形成对向电极1231,在对向电极1231上(液晶层1220侧)形成彩色滤光器层1230或黑色矩阵也可以。将透明基板1210b和其上形成的结构元件归纳,称为对向基板(彩色滤光器基板)1210b。

像素电极1211具有从透明导电层(例如ITO层)形成的透明电极1211a、从金属层(例如Al层、包含Al层的合金层、和包含它们中任一的叠层膜)形成的反射电极1211b。结果,像素包含由透明电极1211a规定的透明区域A和由反射电极1211b规定的反射区域B。透明区域A以透过模式进行显示,反射区域B以反射模式进行显示。

像素分割数(=N)为3(透过区域分割为2个,反射区域分割为1个)的图2所示液晶显示装置1200,在透明基板1210a上的像素电极1211的周围的遮光区域上具有后述的壁结构体1215,同时,在像素电极1211

的预定位置上具有4个切口部1213。另一方面，相对侧的透明基板1210b上的对向电极1231，在透过区域的分割的子像素的预定位置上有与分割数相应的二个开口部1214。

当将预定电压施加在该液晶层上时，形成分别呈轴对称取向的三个（与分割数N相同）液晶区域，在开口部1214内或其附近，形成在透过区域中形成的二个液晶区域的轴对称取向中心轴。如后所述，设置在对向电极1231的预定位置上的开口部1214可起固定轴对称取向的中心轴的位置的作用。壁结构体1215以其倾斜面效果，规定施加电压时（产生电场时）液晶分子的倾斜方向。另外，根据需要配置的切口部1213设置在轴对称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，形成轴对称取向区域。通过将电压施加在像素电极1211和对向电极1231的周边之间，在开口部1214和切口部1213的周边上，形成倾斜电场。利用该倾斜电场和壁结构体1215变形形成的壁面的电场作用，规定液晶分子倾斜的方向，结果如上所述，形成轴对称取向。

另外，切口部1213包含以与在像素的透过区域上形成的液晶区域的中心轴对应的开口部（图2（a）中的右侧的开口部）1214为中心，点对称配置的4个切口部1213。通过设置这样的切口部1213，可规定施加电压时液晶分子的倾倒方向，形成三个液晶区域。壁结构体1215和开口部1214与切口部1213的配置和优选的形状，与上述透过型液晶显示装置1100的情况相同。在图2中表示在透过区域A上形成二个液晶区域，在反射区域B上形成一个液晶区域的例子，但不是仅限于此。从视野角特性和取向稳定性的观点来看，优选各个液晶区域为大致的正方形形状。

液晶显示装置1200在相邻的像素之间具有遮光区域，在该遮光区域的透明基板1210a上有壁结构体1215。由于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1215对显示没有不利影响。这里所示的壁结构体1215设置为包围像素的连续的壁，但不是仅限于此，分割成多个壁也可以。由于该壁结构体1215有视定在液晶区域的像素的外延附近形成的边界的作用，因此优选应有一定的长度。在用多个壁构成结构体1215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（这里为由黑色矩阵1232规定的区域）形成用于规定液晶层1220的厚度（也称为单元间隙）的支承体1233，则不会使显示品质降低，为优选。支承体1233可以在透明基板1210a和1210b中的任一个上形成，不限于仅在设置在遮光区域上的壁结构体1215上形成。当在壁结构体1215上形成支承体1233时，壁结构体1215的高度和支承体1233的高度的和设定为液晶层1220的厚度。当支承体1233设在不形成壁结构体1215的区域上时，支承体1233的高度设定为液晶层1220的厚度。

在液晶显示装置1200中，当将预定电压（阈值电压以上的电压）施加在像素电极1211和对向电极1231上时，分别在透过区域A上的二个开口部1214内或其附近，形成中心轴稳定的二个轴对称取向液晶区域，和在反射区域B中的一个轴对称取向区域。通过在壁结构体1215的壁面变形的电场和壁结构体的壁面效果，规定主要相邻的三个液晶区域内（透过区域二个，反射区域一个）的液晶分子由电场引起的倾倒方向，通过4个切口部引起的倾斜电场作用，相邻的三个液晶区域内的液晶分子与因电场引起的倾倒取向限制力共同作用，使液晶区域的轴对称取向稳定，另外，在透过区域A中形成的二个轴对称取向液晶区域的中心轴分别固定在开口部1214内或其附近，而被稳定化。

其次，说明可以进行透过模式显示和反射模式二者的半透过型液晶显示装置1200所特有的优选结构。

在透过模式显示中，显示用的光只一次通过液晶层1220，而在反射模式的显示中，显示用的光二次通过液晶层1220。因此，如图2(b)示意性地所示，优选使透过区域A的液晶层1220的厚度 dt 大约为反射区域B的液晶层1220的厚度 dr 的2倍。通过这种设定，可使液晶层1220给与二个显示模式的光的阻滞大致相等。优选是 $dr=0.5dt$ ，但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的范围内，就可以实现二个显示模式下的好的显示。根据用途不同，也可以 $dt = dr$ 。

在液晶显示装置1200中，由于使反射区域B的液晶层1220的厚度比透过区域A的液晶层的厚度小，因此可以只在玻璃基板1210b的反射区域B中设置透明的介电层1234。当采用这种结构时，由于不需要在反射电极1211b下面使用绝缘膜等来设置台阶，因此有源矩阵基板1210a的

制造简单，这是优点。另外，当在为了调整液晶层1220的厚度而设置的台阶的绝缘膜上设置反射电极1211b时，通过覆盖绝缘膜的斜面(锥度部分)的反射电极，遮住透过显示用的光；或者由绝缘膜的斜面上形成的反射电极反射的光，反复进行内部反射，因此在反射显示中的产生不能有效地利用的问题。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，当使用具有使光散射在该透明介电层1234上的功能(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1211b，也可实现接近良好的纸白色的白色显示。即使不将光散射功能给与透明的介电层1234，通过在反射电极1211b的表面上设置凹凸形状，也可实现接近纸白色的白色显示。但有时凹凸形状可使轴对称取向的中心轴的位置不稳定。与此相对，如果使用具有光散射功能的透明介电层1234和具有平坦表面的反射电极1211b，则反射电极1211b上形成的开口部1214可使中心轴的位置更可靠地稳定化。另外，由于将扩散反射功能赋与反射电极1211b，当在其表面上形成凹凸时，优选使凹凸形状为连续的波状，以不产生干涉色，使轴对称取向的中心轴稳定。

另外，在透过模式下的显示中使用的光只一次通过彩色滤光器层1230，而在反射模式的显示中，显示用的光二次通过彩色滤光器层1230。因此，当使用在透过区域A和反射区域B中光学浓度相同的彩色滤光器层作为彩色滤光器层1230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，优选使反射区域的彩色滤光器层的光学浓度，比透过区域的彩色滤光器层小。这里所述的光学浓度为成为彩色滤光器层的特征的特性值。如果彩色滤光器层的厚度减少，则可减小光学浓度，或者，彩色滤光器层的厚度不变，降低添加的色素浓度，也可以减小光学浓度。这样，从形成在透过区域A和反射区域B不同的彩色滤光器的色层，以提高显示的色再现性的目的来看效果极大。

其次，参照图3和图4说明在半透过型显示装置中使用的有源矩阵基板的结构的例子。图3为有源矩阵基板的部分放大图，图4为沿图3中的X—X'线的截面图。图3和图4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1214和切口部1213的数目少)，这点与图2所示的有源矩阵基板1211a不同，其他的结构相同。

图3和图4所示的有源矩阵基板具有由玻璃基板构成的透明基板，在透明基板上，栅极信号线1002和源极信号线1003互相垂直地设置。在这些信号线1002和1003的交叉部分附近设有TFT1004，TFT1004的漏电极1005与像素电极1006连接。

像素电极1006具有由ITO等透明导电层形成的透明电极1007和由Al等形成的反射电极1008，透明电极1007规定透过区域A，反射电极1008规定反射区域B。在反射电极1006的预定区域上设置如上所述的、用于控制轴对称取向区域的取向的切口部1014。另外，为了规定轴对称取向区域的取向状态，在像素外的非显示区域的信号线（遮光区域）的部分上，形成包围像素的壁结构体（图中没有示出）。

像素电极1006通过栅极绝缘膜1009，重叠在下一段的栅极信号线上，形成辅助电容。另外，TFT1004具有在从栅极信号线1002分支出来的栅极电极1010上部层叠栅极绝缘膜1009、半导体层1012s、通道保护层1012c和 n^+ -Si层1011sd（源极/漏极电极）的结构。

这里，表示了底部栅极型TFT的结构例子，但不是仅限于此，也可以使用顶部栅极型TFT。

如上所述，具有图2所示结构的液晶显示装置1200，其在透过区域形成的轴对称取向液晶区域的中心轴的位置，由设置在对向电极1231上的开口部1214固定，而被稳定化。结果，与液晶显示装置1100同样，在液晶显示面板内的全部表面上，轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定位置上，结果可提高显示的均匀性。另外，轴对称取向稳定化的结果，使中间色调显示的响应时间缩短。因此可减小按压紧液晶面板引起的残象（缩短回复时间）。

如上所述，通过构成透明介电层1234和/或彩色滤光器层1230，可以提高透过模式和反射模式下的显示亮度和色纯度。在上述例子中，省略了与在反射区域中形成的轴对称取向液晶区域的中心轴对应的开口部，当然，在反射区域的对向电极1231上也可以形成开口部。

动作原理

参照图 5 说明具有垂直取向型液晶层的本发明第一方面的实施例

的液晶显示装置具有优秀的广角特性的理由。

图 5 为设在有源矩阵基板上的壁结构体 1015 和设在彩色滤光基板侧的开口部 1014 产生的取向限制力的作用的说明图，图 5(a)为不施加电压时、图 5(b)为施加电压时的液晶分子取向状态示意图。图 5(b)所示的状态表示的是中间色调的状态。

图 5 所示的液晶显示装置，在透明基板 1001 上形成绝缘膜 1016，像素电极 1006 和壁结构体 1015，按此顺序配置取向膜 1012。在另一个透明基板 1017 上按下述顺序形成彩色滤光层 1018、在预定位置上设置开口部 1014 的对向电极 1019 和取向膜 1032。设在两个基板之间的液晶层 1020 包含具有负介电各向异性的液晶分子 1021。

如图 5(a)所示，当未施加电压时，因垂直取向膜 1012 和 1032 的取向限制力，使液晶分子 1021 呈大致与基板表面垂直地取向。

另一方面，如图 5(b)所示，当施加电压时，由于介电各向异性呈负液晶分子 1021 的分子长轴与电力线垂直，由在开口部 1014 的周边上形成的倾斜电场、壁结构体 1015 侧面(壁面)的电场变形、取向限制力等的作用，限定液晶分子 1021 的倾倒方向。由此形成例如以 1015 为中心的轴对称取向，由于在该轴对称取向区域内，液晶导向偶极子在所有方位(基板面内的方位)形成取向，故具有优异的视角特性。在本发明中，轴对称取向与放射状倾斜取向意义相同，液晶分子在轴对称取向的中心轴(放射状倾斜取向的中心)周围，不形成离散线，而连续取向，使液晶分子呈其长轴为放射状、同心圆状、涡流状取向的状态。在上述任一种情况下，液晶分子的长轴均具有从取向中心呈放射状倾斜的成分(与倾斜电场平行的成分)。

在本例中，对开口部 1014 周围形成倾斜电场的作用、壁结构体 1015 处的取向限制力进行了说明，在像素电极 1006 边缘形成的切口部附近也同样形成倾斜电场，可根据电场规定液晶分子 1021 的倾斜方向。

再参照图 6(a)和图 6(b)具体说明本发明实施方式 1 的液晶显示装置中设在对向电极上的开口部使轴对称取向中心轴稳定的机理。

图 6(a)和(b)为在液晶层上施加相对透过率为 10% 的电压(本例为 3 V)后，利用二维电场模拟求出 200ms 后的液晶分子(图中线部分)取向状态和形成于液晶层内的电场等电位线的结果图，图 6(a)为对向电极上

未设开口部时、图 6(b)为对向电极设有开口部时的示意图。图 6(b)相当于沿图 1 和图 2 中的 6B-6B'线的剖面图。液晶层厚为 $4.0\mu\text{m}$ ，液晶材料的介电常数为-4.5，折射率 $n_o=1.485$ ， $n_e=1.495$ 。而壁结构体的高度为 $0.5\mu\text{m}$ ，像素间距为($50\mu\text{m}\times 16\mu\text{m}$)。

如图 6(a)所示，在具有未形成开口部的对向电极 1019'的结构中，液晶分子 1021 的轴对称取向中心轴的位置不能有效地固定在一定区域内，不能在两侧壁结构体 1015 的中心形成。反之，在两侧壁结构体 1015 中心附近设有开口部 1014 的结构中，如图 6(b)所示，液晶分子 1021 的轴对称取向中心轴固定、稳定在开口部 1014 内。位于开口部 1014 中心附近的液晶分子 1021 垂直排列，成为轴对称取向的中心轴。这是由于形成于对向电极 1019 的开口部 1014 引入等电位线而形成的倾斜电场的作用。与施加电压后大致一样垂直取向的液晶分子 1021，随时间推移形成轴对称取向，中心轴形成、固定、稳定于开口部 1014 中心。

而具体分析由形成于对向电极 1019 的开口部 1014 的电场和液晶分子 1021 的取向行为关系的结果后可知，施加电压时，当开口部中央的电位 V_a (由例如上述电场模拟求出)小于液晶层的阈值电压 V_{th} 时，液晶分子 1021 不能运动地被固定在开口部 1014 的中心。即，当开口部 1014 中央电位小于液晶层阈值电压 V_{th} 时($V_a < V_{th}$)，即使给液晶层施加电压，因液晶分子仍保持初始的垂直取向状态，分子轴也同样成垂直竖立状态。而当施加电压时开口部 1014 中央的电位 V_a 大于液晶层的阈值电压 V_{th} 时($V_a > V_{th}$)，液晶分子因电场的影响而沿等电位线(在介电各向异性为负的液晶材料时)排列，呈倾斜取向，使轴位置难以有效确定。由于该影响，易使轴位置不匀、中间色调电压变化时的缓和响应时间增加、不光滑感增加、响应时间延迟，余象现象等加剧。为充分稳定中间色调时的轴对称取向，在例如施加相对透过率为 10% 的电压时，所设开口部大小应使开口部中央电位小于液晶层阈值电压。

开口部形状优选为圆形，但亦不限于此。为在所有方位表现出大致相等的取向限制力，优选为四边及以上的多边形，优选为正多边形。且开口部大小 W_h 优选满足 $2\mu\text{m} \leq W_h \leq 20\mu\text{m}$ 的条件。当开口部为圆形时，开口部大小 W_h 以直径表示；为多边形时，以最长对角线长度表示。

参照图 7 和图 8 说明开口部大小 W_h 优选满足 $2\mu\text{m} \leq W_h \leq 20\mu\text{m}$ 的条件理由。下面说明对圆形开口部的研究结果。液晶层和液晶材料与图 6 情况相同。

图 7 为开口部直径 W_h 和施加 3V 电压时的开口部电位 V_a 的关系示意图。图 8 为施加 3V 电压时开口部内相对透过率为 0% 的区域的直径, 即液晶分子垂直取向区域直径(下称为垂直取向区域直径) L_h 与开口部直径 W_h 的关系示意图。

由图 7 可知, 开口部直径 W_h 增大, 开口部电位 V_a 随之单调减少。由于本例的液晶层阈值电压 V_{th} 为 2.7V, 因此开口部直径 W_h 的范围下限值优选为 $2\mu\text{m}$ 。而液晶层的阈值电压定义为根据上述液晶面板结构的光学模拟算出的电压-透过率特性使液晶层相对透过率从 0% 状态开始变化的最小电压值。根据实际面板评价确认模拟结果的有效性。

另外, 由图 8 可知, 开口部直径 W_h 增大, 垂直取向区域直径 L_h 单调增加。由于当垂直取向区域增大时, 透过率降低, 因此考虑到透过率, 优选垂直取向区域小。在形成一个液晶区域的子像素大小约为 $500\mu\text{m}^2$ (若一个像素为 $50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$, 则形成一个液晶区域的区域(子像素)为 $33\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$) 时, 当垂直取向区域直径 L_h 超过 $10\mu\text{m}$ 时, 有效开口率降至约 15%, 因此为确保足够的显示亮度, 开口部直径 W_h 优选在 $20\mu\text{m}$ 以下。而为提高稳定轴对称取向的作用。开口部直径 W_h 优选为 $4\mu\text{m}$ 以上, 为抑制透过率降低, 开口部直径 W_h 优选为 $15\mu\text{m}$ 以下。相对透过率为 0% 的区域的直径(垂直取向区域直径), 利用二维电场(光学)模拟求出, 表示当施加驱动液晶层的电压时, 液晶导向偶极子在开口部附近固定在垂直方向使光线不能透过(基本上不产生多次折射, 显示为黑色)的区域的直径。

其次, 说明本发明第一方面的液晶显示装置的结构。

图 9 所示的液晶显示装置具有: 背光; 半透过型液晶面板 1050; 两片对置的、半透过型液晶面板位于其间的偏光板 1040 和 1043; 设在偏光板 1040、1043 和液晶面板 1050 之间的 $1/4$ 波长板 1041 和 1044; 设在 $1/4$ 波长板 1041、1044 与液晶面板 1050 之间的光学各向异性为负的相位差板 1042 和 1045。液晶面板 1050 在透明基板 1001(有源矩阵基板)和透明基板 1017(对向基板)之间具有垂直取向型液晶层 1020。本例

中的液晶面板 1050 可用与图 2 所示液晶显示装置 1200 结构相同的液晶面板。

下面简要说明图 9 所示液晶显示装置的显示动作。

在反射模式显示中，从上侧入射的光，通过偏光板 1043，形成直线偏光。当该直线偏光入射在使偏光板 1043 的透过轴和 1/4 波长板 1044 的滞相轴的夹角为 45° 地配置的 1/4 波长板 1044 上时，变成圆偏光，透过形成于基板 1017 上的彩色滤光层(未图示)。另外，本例使用不与法线方向入射光形成相位差的相位差板 45。

当不施加电压时，为使液晶层 1020 中的液晶分子取向与基板面大致垂直，入射光以几乎为 0 的相位差透过，由形成于下侧基板 1001 上的反射电极反射。被反射的圆偏光再次在液晶层 1020 中通过，并通过彩色滤光层，再以圆偏光通过光学各向异性为负的相位差板 1045，经 1/4 波长板 1044 变换成与最初入射透过偏光板 1043 时的偏光方向垂直的偏光方向的直线偏光，到达偏光板 1043，偏光板 1043 不透光呈黑色。

另一方面，当施加电压时，由于液晶层 1020 中的液晶分子由垂直基板面方向倾向水平方向，入射的圆偏光由液晶层 1020 多次折射形成椭圆偏光，由形成于下侧基板 1001 上的反射电极反射。被反射的光因液晶层 1020 而使偏光状态进一步变化，再次在液晶层 1020 中通过，通过彩色滤光层，再通过光学各向异性为负的相位差板 1045，以椭圆偏光入射在 1/4 波长板 1044 上，因此到达偏光板 1043 时，不形成与入射时的偏光方向垂直的直线偏光，而是透过偏光板 1043。即：通过调节所加电压，可控制液晶分子倾斜程度，调制可透过偏光板 1043 的反射光量，使得能以灰度显示。

在透过模式的显示中，上下两偏光板 1043 和偏光板 1040 的各透过轴相互垂直，从光源射出的光由偏光板 1040 变成直线偏光。当该直线偏光入射在偏光板 1040 的透过轴和 1/4 波长板 1041 的滞相轴的夹角为 45° 而配置的 1/4 波长板 1041 上时，变成圆偏光，经光学各向异性为负的相位差板 1042，入射在下侧的基板 1 的透过区域 A 上。另外，本例使用不与法线方向入射光形成相位差的相位差板 1042。

当不施加电压时，由于液晶层 1020 中的液晶分子的取向与基板面大致垂直，入射光以几乎为 0 的相位差透过，以圆偏光状态入射在下

侧基板 1001 上, 以圆偏光状态经液晶层 1020 和上侧基板 1017, 再透过上侧光学各向异性为负的相位差板 1045, 到达 1/4 波长板 1044。本例中, 下侧 1/4 波长板 1041 和上侧 1/4 波长板 1044 的滞相轴相互垂直, 透过的偏光因上侧的 1/4 波长板 1044 而抵消由下侧 1/4 波长板 1041 产生的相位差, 回复至原来的直线偏光。透过上侧 1/4 波长板 1044 的偏光形成与偏光板 1040 的透过轴(偏光轴)平行的直线偏光, 由透过轴与偏光板 1040 垂直的偏光板 1043 吸收, 显示为黑色。

另一方面, 当施加电压时, 由于液晶层 1020 中的液晶分子 1021 由垂直基板面方向倾向水平方向, 入射至液晶显示装置的圆偏光由液晶层 1020 的多次折射形成椭圆偏光。为使通过上侧的 CF 基板 1017、上侧的光学各向异性为负的相位差板 1045 和 1/4 波长板 1044 形成椭圆偏光到达偏光板 1043, 因此不变成与入射时成分垂直的直线偏光, 使光可通过偏光板 1043 透过。即: 通过调节所施加电压, 可控制液晶分子的倾斜程度, 调制透过偏光板 1043 的透过光量, 使得能以灰度显示。

光学各向异性为负的相位差板在液晶分子垂直取向状态下, 能将视角改变时的相位差变化量控制至最小。可抑制从广角侧观察时的泛黑。另外, 可使用光学各向异性为负的相位差板和 1/4 波长板呈一体的双轴性相位差板代替负的相位差板和 1/4 波长板的组合。

如本发明第一方面所述, 在不施加电压时进行黑色显示、施加电压时白色显示的正常黑色模式在轴对称取向区域中进行的情况下, 通过在液晶显示装置(板)上下设置两块 1/4 波长板, 就可消除偏光板引起的消光状态, 改善亮度。而在上下偏光板的透过轴相互垂直、在轴对称取向区域实现正常黑色模式时, 由于原理上可实现与配置成正交尼科尔透镜一对偏光板同等程度的黑色显示, 因此可实现极高对比度, 并可达到向所有方位取向的广角特性。

而由本发明第一方面规定的透过区域的液晶层厚 d_t 和反射区域的液晶层厚 d_r 的关系, 如图 10 所示, 透过区域和反射区域的电压-反射率(透过率)与液晶层厚相关, 其范围优选满足 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$, 更优选为 $0.4d_t < d_r < 0.6d_t$ 。在反射区域的液晶层厚低于下限值时, 最大反射率在 50%以下, 反射率不足。而当反射区域的液晶层厚 d_r 高于上限值时, 在电压-反射率特性中存在着: 在与透过显示不同的驱动电压下, 存在

着使反射率最大的极大值，同时在透过显示中，在最优白色显示电压下，相对反射率降低的趋势，且因最大反射率在 50%以下，而达不到良好的反射率。而在反射区域 B 中，由于液晶层的光程长为透过区域的两倍，因此在与透过区域 A 相同的设计时，液晶材料的光学多折射各向异性(Δn)和面板的单元厚度设计非常重要。

本发明实施方式 1 的半透过型液晶显示装置具体特性如下例所示。

制造具有图 9 所示结构的液晶显示装置。液晶单元 1050 使用与图 2 所示液晶显示装置 1200 结构相同的液晶单元。对向基板侧的对向电极上，在透过区域和反射区域各预定位置，配置直径 $8\mu\text{m}$ 的轴对称取向区域的轴中心固定用电极开口部。而彩色滤光基板使用透明介电体层 1234 无光散射能的物质，反射电极 1211b 的下层部，形成表面有凹凸状连续形状的树脂层，调整反射显示时的扩散反射特性。

使用公知的取向膜材料，用公知方法形成垂直取向膜。未经 Rabin 处理。使用介电常数各向异性为负的液晶材料(Δn : 0.1, $\Delta\epsilon$: -4.5)。本例中，透过区域的液晶层厚 d_t 为 $4\mu\text{m}$ ，反射区域的液晶层厚 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是从上至下依次为偏光板(观察侧)、 $1/4$ 波长极(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(上侧为彩色滤光基板，下侧为有源矩阵基板)、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(背光侧)的层积结构。而液晶层上下的 $1/4$ 波长板(相位差板 1 和相位差板 4)的滞相轴互相垂直，各相位差为 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)的各相位差为 135nm 。而两块偏光板(观察侧，背光侧)的透过轴垂直。

给液晶显示装置加驱动信号(加 4V 至液晶层)，评价其显示特性。

在透过显示下的视角-对比度特性结果如图 11 所示。显示出透过显示时的几乎所有方位均对称的视角特性，在 $\text{CR}>10$ 的区域，优选为 $\pm 80^\circ$ ，正面为 300:1 以上的高透过对比度。

并利用分光测色计(美能达公司制 CM2002)评价反射显示特性，以标准扩散板为基准，约为 8.3%(开口率 100%的换算值)；反射显示的对比度为 21，与现有液晶显示装置相比，对比度很高。

另外，目测评价中间色调(分为 8 个灰阶时的灰阶 2)倾斜方向的显示不匀的结果，完全感觉不到不匀。反之，为便于比较，除不在对向基板侧的对向电极设置开口部之外，在完全相同的条件下制造液晶显示装置，中间色调倾斜视角时显示不匀很明显。在偏光轴互相垂直的光学显微镜下观察时，前者的设有电极开口部时，可确认中心轴均匀集聚的轴对称取向区域，而在后者的未设置电极开口部时，混有部分液晶区域的中心轴偏离子像素的中心部的区域，该中心轴位置偏差是显示不匀的主要原因。

另外，在比较对向电极上设有开口部的前者情况下和未设开口部的后者情况下的液晶显示装置的中间色调的响应时间(在分为 8 个灰阶时，从灰阶 3 变化至灰阶 5 所需时间，ms)的结果是前者为 38ms，后者为 60ms。因此能确认：通过对向电极上设置开口部，可缩短中间色调的响应时间。而当施加 4V 电压时(白色显示)，用指尖按压面板时的取向复原力在前者情况下，完全看不到按压部分的余象(立即复原)，而在后者情况下，在几分钟内还有余象，即可确认：发生因按压产生的取向混乱时，复原力有差别。

即，通过对向电极上设置开口部，可得到使轴对称取向区域的中心轴位置固定、稳定的效果，得到降低中间色调倾斜视角显示的不匀感，改善中间色调显示的响应速度和减少按压余象等效果。

其次，参照附图具体说明本发明实施方式 2 的液晶显示装置结构。

透过型液晶显示装置

首先，参照图 12 说明本发明实施方式 2 的透过型液晶显示装置 2100 的结构。图 12 为透过型液晶显示装置 2100 的一个像素的结构示意图，图 12(a)为平面图，图 12(b)为沿图 12(a)的 12B-12B'线的剖面图。

在本例中，阐述了一个像素分为 2 个($N=2$)的例子，也可根据像素间距，将分割数($=N$)设为 3 以上。此时也优选为设在第二基板侧分割区域中心的开口数($=n$)与像素分割数($=N$)相同。而由于分割数($=N$)多，则有效开口率有降低趋势，因此在用于高精显示面板时，优选减少分割数($=N$)。而在不分割像素($N=1$ 的显示)的情况下也可适用本发明。被分割的区域被称为“子像素”。典型例为子像素形成一个液晶区域。

液晶显示装置 2100 具有透明基板(例如，玻璃基板)2110a、与透明

基板 2110a 对置的透明基板 2110b、设于透明基板 2110a 和 2110b 之间的垂直取向型液晶层 2120。垂直取向膜(未图示)设在与基板 2110a 和 2110b 上的液晶层 2120 相接的面上。当不施加电压时,液晶层 2120 的液晶分子的取向与垂直取向膜的表面大致垂直。液晶层 2120 含有介电各向异性为负的向列型液晶材料,根据需要,还可含有手性剂。

液晶显示装置 2100 具有形成在透明基板 2110a 上的像素电极 2111、形成于与透明基板 2110a 对置的透明基板 2110b 上的对向电极 2131。设在像素电极 2111 和对向电极 2131 之间的液晶层 2120 框定像素。在本例中,像素电极 2111 和对向电极 2131 均由透明导电层(例如 ITO 层)制成。典型例为,在透明基板 2110b 的液晶层 2120 侧,形成与像素相应地设置的彩色滤光器 2130(彩色滤光层 2130 亦指多个彩色滤光器总称)和设在邻接的彩色滤光器 2130 之间的黑色矩阵(遮光层)2132。在该遮光层上形成对向电极 2131,也可在对向电极 2131 上(液晶层 2120 侧)形成彩色滤光层 2130 或黑色矩阵 2132。

在分割数($=N$)为 2 的图 12 所示的液晶显示装置 2100 中,透明基板 2110a 上的像素电极 2111 的周围的遮光区域上,形成后述壁结构体 2115。而像素电极 2111 具有与像素内预定位置上的分割数相应数目(图 12 中, $n=2$)的第一开口部 2114a。像素电极 2111 还在预定位置设有四个切口部 2113。而其对向的透明基板 2110b 上的对向电极 2131 具有与预定位置上的分割数相应数目(图 12 中, $n=2$)的第二开口部 2114b。

第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 的位置关系是,隔着液晶层 2120,呈空间相互重叠。而第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b(也有将相对的一对开口称为开口部 2114 的情况)大小(直径)相同,在图 12(a)中呈互相重叠。

当在液晶层 2120 上施加预定电压时,形成两个分别呈轴对称取向的(与分割数 N 相同)的液晶区域,该液晶区域的各轴对称取向的中心轴,分别形成于第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 内或其附近。如后所详述,一对开口部 2114 起固定轴对称取向区域的中心轴位置的作用。如实施例所述,当第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 隔着液晶层呈互相重叠时,可抑制因一对开口部 2114 导致的有效开口率降低。由于第一开口部和第二开口部的作用使一个中心轴固定和稳定,

第一开口部 2114a 或第二开口部 2114b 所表现出的作用优选为小于以一个开口部固定和稳定中心轴时, 因此, 可减小第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 的直径, 结果就是能抑制有效开口率的降低。壁结构体 2115 因其倾斜面的效果, 规定液晶分子加电压时(产生电场时)的倾斜方向。壁结构体 2115 的倾斜侧面的取向限制力, 在不施加电压时也起作用, 使液晶分子倾斜。

而设在像素电极 2111 上的切口部 2113 设在轴对称取向区域的边界附近, 起到利用电场规定液晶分子的倾倒方向, 形成轴对称取向区域的作用。可利用施加在像素电极 2111 和对向电极 2113 之间的电压在开口部 2114 和对向电极 2113 的周围形成倾斜电场。利用该倾斜电场和壁结构体 2115 产生形变而形成的壁面上的电场的作用, 规定液晶分子倾斜方向, 结果, 如上所述地形成轴对称取向。而切口部 2113 包括以与形成于像素(本例全体为透过区域)处的液晶区域的中心轴相应的开口部(图 12 中的右侧开口)2114 为中心, 呈点对称配置的四个切口部 2113。

通过设置该切口部 2113 规定施加电压时液晶分子的倾倒方向, 形成两个液晶区域。而图 12 中的像素电极 2111 左侧未设切口部的理由是, 由于可利用设在位于图示像素电极 2111 左侧的像素电极(未图示)右端的切口部达到相同作用, 故省略了像素电极 2111 的左端的会降低像素有效开口率的切口部, 由于可得到上述壁结构体 2115 产生的取向限制力, 故即使像素电极 2111 左端未设切口部, 也能达到除与设置切口部时同样的可形成稳定液晶区域之外, 还能提高有效开口率的效果。

本例设置四个切口部 2113, 也可在相邻液晶区域之间至少设置一个切口部。例如, 可在像素的中央设置细长的切口部, 其它省略。

为固定轴对称取向区域的中心轴而设在像素电极 2111 和对向电极 2131 的预定位置上的第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 的形状优选为圆形, 但也不限于此。第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 的形状也可不同。为在所有方位表现出大致相等的取向限制力, 优选为四边形以上的多边形, 优选为正多边形。

另外, 本例阐述了相同大小的第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 互相重合配置的结构, 但第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 的

结构和配置也不限于此。第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 不互相重合也可得到固定和稳定轴对称取向的效果。当利用第一开口部 2114a 固定液晶区域的轴对称取向的中心轴的一端，利用第二开口部 2114b 固定另一端时，可更稳定地固定轴对称取向的中心轴。而在第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b 隔着液晶层地至少一部分互相重叠配置时，可抑制因开口部 2114 造成的有效开口率的降低。此时，由于第一开口部和第二开口部的作用而固定和稳定一个中心轴，所以第一开口部 2114a 或第二开口部 2114b 所应表现出的作用，优选为小于用一个开口部固定和稳定中心轴的情况，如实施例所示，通过互相重叠地配置相同大小的第一开口部 2114a 和第二开口部 2114b，能使有效开口率的降低达到最小限度。

起到利用电场规定轴对称取向区域内的液晶分子倾到方向的作用的切口部 2113 的形状，应能表现出对相邻的轴对称取向大致相等的取向限制力，例如优选为四边形，而切口部也可省略。

液晶显示装置 2100 在相邻像素之间有遮光区域，该遮光区域内的透明基板 2110a 上有壁结构体 2115。在本例中，遮光区域形成于透明基板 2110a 上的像素电极 2111 的周边区域，例如，由 TFT、栅极信号线，源极信号线或形成于透明基板 2110b 上的黑色矩阵构成的遮光区域。该区域无助于显示。因此，形成于遮光区域上的壁结构体 2115 对显示无不良影响。

本例所示的壁结构体 2115 为包围像素的连续壁，但不限于此，也可分成多个壁。由于该壁结构体 2115 起到规定形成于液晶区域的像素外延附近的边界的作用，因此优选有一定的长度。例如，在由多个壁部(壁部分)构成壁结构体时，优选各壁长度大于相邻壁之间的长度。

当用于设定液晶层 2120 厚度(也称单元间隙)的支承体 2133 设在遮光区域(本例为由黑色矩阵 2132 划定的区域)时，不会导致显示品质的降低，故为优选。支承体 2133 可形成于透明基板 2110a 和 2110b 中的任一个之上，也不仅限于例示的设在设于遮光区域上的壁结构体 2115 上。当支承体 2133 形成于壁结构体 2115 上时，壁结构体 2115 的高度与支承体 2133 的高度之和设为液晶层 2120 的厚度。当支承体 2133 设在未形成壁结构体 2115 的区域时，支承体 2133 的高度设为液晶层 21

20 的厚度。支承体 2133 可利用感光性树脂利用光刻工序形成。

在该液晶显示装置 2100 中,当给像素电极 2111 和对向电极 2131 施加预定电压(阈值电压以上的电压)时,在设于像素电极 2111 和对向电极 2131 的长度方向的中央部的一对开口部 2114 内或其附近分别形成中心轴稳定的两个轴对称取向液晶区域,因壁结构体 2115 的壁面变形的电场和壁结构体的壁面效果,规定电场造成的相邻两液晶区域内的液晶分子的倾倒方向,使液晶区域的取向稳定。利用一对切口部产生的倾斜电场的作用,相邻两液晶区域内的液晶分子因电场引起的倾倒的取向限制力协同作用,使液晶区域的取向稳定。

通过在与像素电极 2111a 和对向电极 2131 的轴对称取向液晶区域的中心轴相应的位置上设置开口部 2114,可使中心轴的位置固定和稳定,因此,在液晶显示面板内的整个表面上,可使轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定位置上,结果,就提高了显示均匀性。而轴对称取向稳定也能达到可缩短中间色调显示的响应时间,以及减少因按压液晶显示面板而产生的余象(缩短回复时间)的效果。

另外,在透明基板 2110 的液晶层 2120 侧设有 TFT 等有源元件和与 TFT 连接的栅极信号线、源极信号线等电路元件(均未图示)。而透明基板 2110a、形成于透明基板 2110a 上的电路元件和上述像素电极 2111、壁结构体 2115、支承体 2133(支承体可形成于有源矩阵基板或彩色滤光基板其中任一个之上)和取向膜等总称为有源矩阵基板。而透明基板 2110b、形成于透明基板 2110b 上的彩色滤光层 2130,黑色矩阵 2132、对向电极 2131 和取向膜等总称为对向基板或彩色滤光基板。

另外,上述说明中省略了液晶显示装置 2100 具有隔着透明基板 2110a 和 2110b 对置的一对偏光板的情况。一对偏光板的典型配置是其透过轴互相垂直。如后所述,也可设置双轴性光学各向异性介质层和/或单轴性光学各向异性介质层。

(半透过型液晶显示装置)

参照图13,说明本发明的第二方面的实施方式的半透过型液晶显示装置200的结构。

图13是示意性地表示本发明的第二方面的实施方式的透过型液晶显示装置2200的一个像素的结构图,图13(a)是平面图,图13(b)

是沿着图13 (a) 中的13B - 13B'线的剖面图。

这里表示将一个像素分割为3个($N=3$, 透过区域分割为2个, 反射区域分割为1个)的例子, 根据像素间距, 可以设定分割数($=N$)至少为2个以上(透过区域最低分割为1个, 反射区域最低分割为1个)。设置在对向基板(第二基板)侧的分割区域(形成轴对称取向区域的区域)的大致中心处的开口部数($=n$)优选与像素的分割数($=N$)相同。但如后所述, 在对向基板的反射区域的液晶层上, 有选择地设置透明介电层情况下, 也可以不在对向电极(第二电极)的反射区域上设置开口部。另外, 当分割数($=N$)多时, 由于有有效开口率降低的倾向, 因此在高精细的显示板上使用的情况下, 优选减少分割数($=N$)。

液晶显示装置2200具有透明基板(玻璃基板)2210a、与透明基板2210a相对向设置的透明基板2210b、设在透明基板2210a和2210b之间的垂直取向型液晶层2220。垂直取向膜(图中没有示出)设在与二块基板2210a及2210b上的液晶层2220连接的面上。当不施加电压时, 液晶层2220的液晶分子与垂直取向膜表面大致垂直地取向。液晶层2220包含介电各向异性为负的向列型液晶材料, 根据需要, 还可包含手性试剂。

液晶显示装置2200具有在透明基板2210a上设置的像素电极2211、在透明基板2210b上形成的对向电极2231。设在像素电极2211和对向电极2231之间的液晶层2220规定像素。如后所述, 在透明基板2210a上形成TFT等电路元件。将透明基板2210a和在其上形成的结构元件归纳, 称为有源矩阵基板2210a。

另外, 典型的结构是, 在透明基板2210b的液晶层2220一侧形成与像素相对应地设置的彩色滤光器2230(将多个彩色滤光器归纳, 全体称为彩色滤光器层2230)和设在邻接的彩色滤光器2230之间的黑色矩阵(遮光层)2232。在这些遮光层上形成对向电极2231, 在对向电极2231上(液晶层2220一侧)形成彩色滤光器层2230或黑色矩阵也可以。将透明基板2210b和在其上形成的结构元件归纳, 称为对向基板(彩色滤光器基板)基板2210b。

像素电极2211具有由透明导电层(例如ITO层)形成的透明电极2211a、由金属层(例如, Al层、包括Al的合金层及包含它们中任一个

的层叠膜)形成的反射电极2211b。其结果是,像素包含由透明电极2211a规定的透明区域A和由反射电极2211b规定的反射区域B。透明区域A用透过模式进行显示,反射区域B用反射模式进行显示。

在像素分割数(=N)为3(透过区域分割为2个,反射区域分割为1个)的图13所示的液晶显示装置2200中,在像素电极2211的周围的遮光区域上具有后述的壁结构体2215。在像素电极2211的像素内的规定位置上具有与分割数相应的数目(图13中, $n=3$)的第一开口部2214a。像素电极2211还具有在规定位置上的4个切口部2213。另一方面,相对的透明基板2210b上的对向电极2231,具有与透过区域的分割数相应的第二开口部2214b。

当将规定电压施加在该液晶层上时,形成分别呈轴对称取向的三个(与分割数N相同)液晶区域,这些液晶区域的各自的轴对称取向中心轴,在第一开口部2214a和第二开口部2214b内或其附近形成。如后所述,在像素电极2211和对向电极2231的规定位置上设置的开口部2214a和2214b起固定轴对称取向的中心轴位置的作用。如例示那样,当在透过区域中,第一开口部2214a和第二开口部2214b通过液晶层互相重叠配置时,可以抑制一对开口部2214产生的有效开口率的降低,由于第一开口部和第二开口部的作用,可以固定和稳定一个中心轴,所以第一开口部2214a或第二开口部2214b应发现的作用,比用一个开口部来固定和稳定一个中心轴的情况小,因此第一开口部2214a和第二开口部2214b的直径可以小,其结果是,可以抑制有效开口率的降低。壁结构体2215以其倾斜面效果,可规定施加电压时(产生电场时)液晶分子的倾斜方向。

另外,根据需要配置的切口部2213,设置在轴对称取向区域边界附近,规定电场引起的液晶分子的倾倒方向,形成轴对称取向区域。通过将电压施加在像素电极2211和对向电极2231之间,在切口部2213的周边,与开口部2214a和2214b同样,形成倾斜电场。利用该斜电场和壁结构体2215变形形成的壁面的电场作用,规定液晶分子倾斜的方向,结果如上所述,形成轴对称取向。

另外,切口部2213包含以在与在像素的透过区域上形成的液晶区域的中心轴对应的开口部(在此为图13(a)中的右侧的开口部)2214a

为中心，点对称配置4个切口部2213。通过设置这样的切口部2213，可规定施加电压时液晶分子的倾倒方向，形成三个液晶区域。壁结构体2215和开口部2214与切口部2213的配置和其优选的形状，与上述透过型液晶显示装置100的情况相同。在图13中表示在透过区域A上形成二个液晶区域，在反射区域B上形成一个液晶区域的例子，但不是仅限于此。从视野角特性和取向稳定性的观点来看，优选各个液晶区域为大致的正方形形状。

液晶显示装置2200，在相邻的像素之间具有遮光区域，在该遮光区域的透明基板2210a上有壁结构体2215。由于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2215对显示没有不利影响。这里所示的壁结构体2215为包围像素的连续的壁，但不是仅限于此，分割成多个壁也可以。由于该壁结构体2215有规定在液晶区域的像素的外延附近形成的边界的作用，因此优选具有一定的长度。例如，在用多个壁构成结构体2215的情况下，优选各个壁的长度比相邻的壁之间的长度长。

如果将用于规定液晶层2220的厚度（也称为单元间隙）的支承体2233设置在遮光区域（这里为由黑色矩阵2232规定的区域）上，不会使显示品质降低，这是优选的。支承体2233可以在透明基板2210a和2210b中的任一个上形成，不限于仅在设置在遮光区域上的壁结构体2215上形成。当在壁结构体2215上形成支承体2233时，壁结构体2215的高度和支承体2233的高度之和为液晶层2220的厚度。当支承体2233设在不形成壁结构体2215的区域上时，支承体2233的高度为液晶层2220的厚度。

在该液晶显示装置2200中，当将规定电压（阈值电压以上的电压）施加在像素电极2211和对向电极2231上时，分别在透过区域A形成二个轴对称取向液晶区域、和在反射区域B形成一个轴对称取向区域。壁结构体2215的壁面变形引起的电场和壁结构体的壁面效果，主要规定相邻的三个液晶区域内（透过区域二个、反射区域一个）的液晶分子由电场引起的倾倒方向，它与由4个切口部引起的倾斜电场作用产生的相邻的三个液晶区域内的液晶分子因电场引起的倾倒取向限制力协同作用，使液晶区域的轴对称取向稳定化。而且在透过区域A形成的二个轴

对称取向液晶区域的中心轴，分别固定和稳定一对开口部2214（互相对向的2214a和2214b）内或其附近，并且稳定化。在反射区域B中形成的一个轴对称液晶区域的中心轴由开口部2214a稳定化。

其次，说明可以进行透过模式显示和反射模式二者的半透过型液晶显示装置2200所特有的优选结构。

在透过模式的显示中，显示用的光只一次通过液晶层2220，而在反射模式的显示中，显示用的光二次通过液晶层2220。因此，如图13（b）示意性地所示，优选为，使透过区域A的液晶层2220的厚度 dt 大约为反射区域B的液晶层2200的厚度 dr 的2倍，通过这种设定，可使液晶层2220给予二个显示模式的光的阻滞大致相等。最优选是 $dr = 0.5dt$ ，但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的范围内，可以实现二个显示模式下的良好的显示。根据用途不同，也可以 $dt=dr$ 。

在液晶显示装置2200中，由于使反射区域B的液晶层2220的厚度比透过区域A的液晶层的厚度小，因此可以只在玻璃基板2210b的反射区域B中设置透明介电层2234。当采用这种结构时，由于不需要在反射电极2211b下面使用绝缘膜等来设置台阶，因此有源矩阵基板2210a的制造简单，这是优点。而且，当在用于调整液晶层2220的厚度而设置的台阶的绝缘膜上设置反射电极2211b时，覆盖绝缘膜的斜面（锥部）的反射电极，遮住透过显示使用的光，或者，由在绝缘膜的斜面上形成的反射电极反射的光，反复进行内部反射，因此在反射显示中的产生不能有效地利用这样的问题。采用上述结构时，可以抑制这些问题的发生。改善光的利用效率。

而且，当使用具有使光散射在该透明介电层2234上的功能（扩散反射功能）的结构时，即使不将扩散反射功能赋予反射电极2211b，也可实现接近良好的纸白色的白色显示。即使不将光散射能赋予透明介电层2234，通过在反射电极2211b的表面上设置凹凸形状，也可实现接近纸白色的白色显示，但凹凸形状可使轴对称取向的中心轴的位置不稳定。与此相对，如果使用具有光散射能的透明介电层2234和具有平坦表面的反射电极2211b，则在反射电极2211b上形成的开口部2214a可使中心轴的位置更可靠地稳定。当然，通过对向电极2231的反射区域B中设置开口部2214，可以进一步使轴对称取向的中心轴稳定化。另

外，由于将扩散反射功能赋予反射电极2211b，当在其表面上设置凹凸时，优选使凹凸形状为连续的波状，以便不产生干涉色，使轴优选可使轴对称取向的中心轴稳定化。

另外，在透过模式下，显示所使用的光，只一次通过彩色滤光器层2230，而在反射模式的显示中，显示所使用的光，二次通过彩色滤光器层2230。因此，当使用在透过区域A和反射区域B中光学浓度相同的彩色滤光器层作为彩色滤光器层2230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，优选使反射区域的彩色滤光器层的光学浓度，比透过区域的彩色滤光器层小。这里所说的‘光学浓度’是彩色滤光器层的特性值，如果使彩色滤光器层的厚度减少，则可减小光学浓度。或者，滤光器层的厚度不变，例如降低添加的色素浓度，也可以减小光学浓度。这样，在透过区域A和反射区域B形成不同的彩色滤光器的色层，以提高显示的色再现性的目的来看效果极大。

其次，参照图14和图15说明在半透过型液晶显示装置中使用的有源矩阵基板的结构的一个例子。图14是有源矩阵基板的部分放大图，图15是沿图14中的X-X'线的剖面图。图14和图15所示的有源矩基板，在具有在透过区域A中形成一个液晶区域的结构这点（即开口部2214a和切口部2213的数目少），与图13所示的有源矩阵基板2211a不同，但其他的结构相同。

图14和图15所示的有源矩阵基板，例如具有由玻璃基板构成的透明基板1，在透明基板1上，栅极信号线2002和源极信号线2003互相垂直地设置。在这些信号线2002和2003的交叉部分附近设有TFT2004，TFT2004的漏电极2005与像素电极2006连接。

像素电极2006具有由ITO等透明导电层形成的透明电极2007和由A1等形成的反射电极2008，透明电极2007规定透过区域A，反射电极2008规定反射区域B。在像素电极2006的规定区域上，如上所述，设置控制轴对称取向区域的取向的切口部2014。而且为了规定轴对称取向区域的取向状态，在像素外的非显示区域的信号线（遮光区域）的部分上，形成包围像素区域的壁结构体（图中没有示出）。

像素电极2006，隔着栅极绝缘膜2009，重叠在下一段的栅极信号线上，形成辅助容量。另外，TFT2004具有在从栅极信号线2002分支出

来的栅极电极2010的上部、层叠栅极绝缘膜2009、半导体层2012s、通道保护层2012c和 n^+ -Si层2011sd（源极、漏极电极）的结构。

这里，表示了底部栅极型TFT的结构例子，但不是仅限于此，也可以使用顶部栅极型TFT。

如上所述，具有图13所示结构的液晶显示装置2200，在透过区域形成的轴对称取向液晶区域的中心轴的位置，由设置在像素电极2211上的开口部2214a和设置在对向电极2231上的开口部2214固定、稳定化。另外，在反射区域形成的轴对称取向液晶区域的中心轴的位置，由设置在像素电极2211上的开口部2214a固定、稳定化。其结果是，与液晶显示装置1100同样，在液晶显示装置板内的整个表面上，轴对称取向液晶区域的中心轴配置在一定位置上，结果可提高显示的均匀性。另外，轴对称取向稳定的结果，可以取得使中间色调显示的响应时间缩短这样的效果。而且，也可以减小按压液晶面板引起的残像（缩短回复时间）。

如上所述，通过构成透明介电层2234和 / 或彩色滤光器层2230，可以提高透过模式和反射模式下的显示亮度和色纯度。在上述例子中，省略了与在反射区域中形成的轴对称取向液晶区域的中心轴对应的开口部2214b，当然，在反射区域的对向电极2231上也可以形成开口部。此时，优选设置透明介电层2234的液晶层2220一侧的对向电极2231。

（动作原理）

参照图16说明具有垂直取向型液晶层的本发明第二方面的实施方式的液晶显示装置优异的广视野角特性的理由。

图16是用于说明在有源矩阵基板一侧设置的壁结构体2015及开口部2014a和在彩色滤光器基板一侧设置的开口部2014b的取向限制力的作用的图，图16（a）是示意性地表示不施加电压时的液晶分子的取向状态，图16（b）是示意性地表示施加电压时的液晶分子的取向状态。图16（b）所示的状态是显示中间色调的状态。

图16所示的液晶显示装置，在透明基板2001上配置绝缘膜2016，在规定位置形成具有开口部2014a的像素电极2006、壁结构体2015，还按顺序配置取向膜2012。在另一个透明基板2017上按顺序形成彩色滤光器层2018、在规定位置上具有开口部2014b的对向电极2019及取向膜

2032。设置在两个基板之间的液晶层2020包含具有负的介电各向异性的液晶分子2021。

如图16(a)所示,当不施加电压时,由垂直取向膜2022和2032的取向限制力作用,液晶分子2021大致与基板表面垂直地取向。

另一方面,如图16(b)所示,当施加电压时,由于由介电各向异性为负的液晶分子2021的分子长轴与电力线垂直,所以由在一对开口部2014a和2014b的周边上形成的倾斜电场和壁结构体2015的侧面(壁面)电场变形和取向限制力的作用,规定液晶分子2021的倾倒方向。因此,例如成为以开口部2014a和2014b为中心的轴对称状的取向,由于在该轴对称取向区域内,液晶导向偶极子在全方位(基板面内的方位)取向,因此视野角特性优异。

在此说明了在开口部2014a和2014b周围形成的倾斜电场的作用和壁结构体2015产生的取向限制力。在像素电极2006边缘部上形成的切口部附近,也同样形成倾斜的电场,电场也可规定液晶分子21的倾斜方向。

其次,参照图17(a)和(b)说明在本发明的第二方面的实施方式的液晶显示装置中,设置在像素电极上的开口部和设置在对向电极上的开口部有效地稳定轴对称取向的中心轴的机理。

图17(a)和(b)示意性地表示在液晶层上施加相对透过率为10%的电压(这里为3V)后、利用二维电场模拟地求出经过200ms后的液晶分子(图中的线)的取向状态和在液晶层内形成的电场的等电位线的结果的图,图17(a)表示在像素电极2019'及对向电极2006'上不设置开口部的情况,图17(b)表示在像素电极2006上设置开口部2014a、在对向电极2019上设置开口部2014b的情况。图17(b)相当于沿着图12及图13中的17B-17B'线的剖面图。在此,液晶层的厚度为 $4.0\mu\text{m}$,液晶材料的介电率为-4.5,折射率 $n_o=1.485$, $n_e=1.495$ 。另外,壁结构体的高度为 $0.5\mu\text{m}$,像素间距为($50\mu\text{m}\times 16\mu\text{m}$)。

如图17(a)所示,在具有不形成开口部的像素电极2006'及对向电极2019'的结构中,液晶分子2021的轴对称取向的中心轴的位置不能有效地固定在一定的区域中,不能在两侧的壁结构体2015的中央形成。与此相对,在两侧的壁结构体2015的中央附近,相互相对向地在像素

电极2006和对向电极2019上设置开口部2014a和2014b结构中，如图17(b)所示，液晶分子2021的轴对称取向的中心轴在一对开口部2014a及2014b内固定、稳定化。位于一对开口部2014a和2014b的中央附近的液晶分子2021垂直排列，成为轴对称取向的中心轴。这是由于通过在像素电极2006和对向电极2019上形成的开口部2014a及2014b上导入等电位线而形成的倾斜电场的作用。刚施加电压后近乎同样地垂直取向的液晶分子2021，随着时间的推移，形成轴对称取向，中心轴在开口部2014a及2014b的中心形成，并且固定、稳定化。

而且，详细地分析在像素电极2006和对向电极2019上形成的开口部2014a及2014b产生的电场和液晶分子2021的取向举动之关系的结果表明，在施加电压时，在开口部2014a及2014b的中央的电位 V_a' （例如上述电场模拟求出）比液晶层的阈值电压 V_{th} 小的情况下，在开口部2014a及2014b的中央，液晶分子21不运动地被固定。即，在开口部2014a及2014b的中央的电位比液晶层的阈值电压 V_{th} 小的情况下，（ $V_a' < V_{th}$ ），即使在液晶层上施加电压，液晶分子也维持初期的垂直取向状态，因此分子轴同样是垂直立起的状态。另一方面，在施加电压时，开口部2014a及2014b的中央的电位 V_a' 比液晶层的阈值电压 V_{th} 大的情况下（ $V_a' > V_{th}$ ），液晶分子受电场影响，沿等电位线那样（介电各向异性为负的液晶材料的情况）排列，难以有效地决定轴位置，使之成为倾向取向。由于这种影响，轴位置不均匀，中间色调电压变化时的缓和响应时间增大，不光滑感增加，响应时间延迟，残像现象等容易变得显著。为了在中间色调使轴对称取向充分稳定化，例如，当施加相对透过率为10%的电压时，优选应设定开口部大小，使得开口部中央的电位比液晶层阈值电压小。

另外，开口部2014a及2014b的形状，优选为圆形，但是不是仅限于此。为了全方位地发挥大致相等的取向限制力，优选为四角形以上的多角形，更优选正多角形。另外，开口部2014a及2014b的大小 Wh' ，优选分别满足 $1\mu m \leq Wh' \leq 18\mu m$ 的条件。开口部2014a及2014b的大小 Wh' ，在开口部为圆形的情况上，用直径来表示，在多角形情况下，用最长的对角线长度来表示。

参照图18和图19，说明开口部大小 Wh' 优选满足 $1\mu m \leq Wh' \leq 18\mu m$

的条件理由。以下，说明讨论圆形开口部的结果。液晶层及液晶材料与图17的情况相同。

图18是表示开口部直径 Wh' 和施加3V时的开口部电位 Va' 之关系的图形。图19是表示施加3V时在开口部内相对透过率为0%的区域的直径即液晶分子垂直取向的区域直径（以下称为垂直取向区域直径） Lh' 和开口部直径 Wh' 之关系的图形。在此，表示互相重叠配置的开口部的大小 Wh' 相同的情况。

从图18中可看出，随着开口部直径 Wh' 增大，则开口部电位 Va' 单调地减少。由于在此所研究的液晶层的阈值电压 V_{th} 为2.7V，因此优选开口部直径 Wh' 的范围的下限值为 $1\mu m$ 。液晶层的阈值电压，定义为在以上述液晶面板的结构为基础的光学模拟算出的电压-透过率特性中，液晶层的相对透过率从0%状态变化的最小电压值。模拟结果的有效性，已利用实际的面板的评价确认了。

另外，从图19可看出，开口部直径 Wh' 增大时，垂直取向区域直径 Lh' 单调地增大。由于当垂直取向区域增大时，透过率降低，因此从透过率的观点来看，优选垂直取向区域小。在形成一个液晶区域的子像素的大小约为 $500\mu m^2$ （设一个像素为 $50\mu m \times 16\mu m$ ，形成一个液晶区域的区域（子像素）为 $33\mu m \times 16\mu m$ ）的情况下，当垂直取向区域直径 Lh' 超过 $10\mu m$ 时，有效开口率降低约15%，因此为了确保良好的显示亮度，开口部直径 Wh' 优选在 $18\mu m$ 以下。另外，为了提高使轴对称取向稳定化的作用，开口部直径 Wh' 优选为 $3\mu m$ 以上，为了抑制透过率的降低，开口部直径 Wh' 优选为 $13\mu m$ 以下。相对透过率为0%的区域的直径（垂直取向区域直径），利用二维的电场（光学）模拟来求出，表示当施加驱动液晶层的电压时，液晶导向偶极子在开口部附近，在垂直方向上固定，光线透不过（实质上为不产生多次折射的黑色显示）的区域的直径。

其次，以下例示本发明的第二方面的实施方式的半透过型液晶显示装置的具体特性。

在此，制造具有图9所示结构的液晶显示装置。在液晶单元1050上使用与图13所示的液晶显示装置2200同样结构的液晶单元。在对向基板一侧的对向电极上，将直径为 $8\mu m$ 的轴对称取向区域的轴中心固定用

的开口部配置在透过区域及反射区域的各个规定位置上。另外，在彩色滤光器基板中，使用在透明介电层2234没有光散射能的材料，在反射电极2211b的下层部形成表面上施行了凹凸状的连续形状的树脂层，调整了反射显示时的扩散反射特性。

使用众所周知的取向膜材料，用众所周知的方法，形成垂直取向膜。不进行摩擦处理。作为液晶材料，使用介电率各向异性为负的液晶材料(Δn : 0.1, $\Delta \epsilon$: -4.5)。在此，透过区域的液晶层厚度 dt 为 $4\mu\text{m}$ ，反射区域的液晶层厚度 dr 为 $2.2\mu\text{m}$ ($dr=0.55dt$)。

本实施例的液晶显示装置的结构，作成从上面依次层叠偏光板(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(上侧为彩色滤光器基板，下侧为有源矩阵基板)、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)，将各个相位差设为 135nm 。在二块偏光板(观察侧，背灯侧)处，垂直地配置透过轴。

将驱动信号施加在液晶显示装置上(施加4V至液晶层上)，评价其显示特性。

透过显示的视角-对比度的特性结果，与图11所示的相同。透过显示的视野角特性表示了大致为全方位的对称特性，在 $CR>10$ 的区域， $\pm 80^\circ$ 是良好的，在正面，透过对比度也高达为300:1以上。

另一方面，反射显示的特性，利用分光测色计(美能达社制的CM2002)来评价，以标准扩散板为基准，大约为8.3%(开口率100%的换算值)，反射显示的对比度值是21，与现有的液晶显示装置相比，显示出高的对比度，是良好的。

而且，利用目视评价中间色调(分割为8个灰度等级时的灰度等级2)的来自倾斜方面的显示的不光滑的结果，是完全没有不光滑感。与此相对，为了进行比较，在除了不在像素电极和对向电极上配置开口部以外、其余完全相同的条件下制造的液晶显示装置中，中间色调的倾斜视角的显示的不光滑显著。在使偏光轴互相垂直的通过光学显微

镜的观察，在前者设置电极开口部的情况下，确认了中心轴均匀地聚齐的轴对称取向区域，与此相对，在后者的不设置电极开口部的情况下，也混合存在着一部分液晶区域的中心轴偏离像素的中心部的情形，这种中心轴位置的偏差是不光滑的主要原因。

另外，在像素电极及对向电极上设置相互对向的一对开口部的情况下的前者和不设置开口部的情况下的后者的液晶显示装置中，比较中间色调的响应时间（在分割为8个灰度等级时，从灰度等级3变化至灰度等级5需要的时间，ms）的结果是，前者为35ms，后者为60ms。通过对向电极上设置开口部，可以缩短中间色调显示的响应时间，这已确认了。而且，当施加4V电压（白色显示）时，用手指尖按压板面时的取向复原力，在前者的情况下，几乎看不到在按压部分上的残像（立即复原），而在后者的情况下，在几分钟内还看到残像，即在按压产生取向混乱时的复原力有差别。另外，在该实施例的情况下，用透过模式显示时的正面透过率，与一切不设置开口部的情况相比，降低率约为2%，亮度的降低是几乎不成问题的水平。

即，通过在像素电极和对向电极上设置互相对向的一对开口部，可得到使轴对称取向区域的中心轴位置固定、稳定化的效果，得到中间色调的倾斜视角的显示的不光滑感减少，中间色调显示的响应速度改善和按压残像减少等效果。

本发明的第三方面的实施方式的液晶显示装置，具有第一基板（例如，TFT一侧的玻璃基板）、与第一基板相对向地设置的第二基板（例如，彩色滤光器一侧的玻璃基板）、设置在这些基板之间的液晶层（例如，垂直取向型液晶层）、在第一基板上形成的第一电极（例如像素电极）、在第二基板上形成的第二电极（例如对向电极）、在第一电极和第一基板之间设置的层间绝缘膜。层间绝缘膜具有规则地配置的至少一个的凹部，该凹部与在液晶层一侧的表面形成的凹部一起，通过电场规定液晶分子的倾斜方向。利用凹部的形状和配置，可以形成在一个像素内由电场引起的液晶分子倾斜方位不同的多个区域。以下，例示了各个液晶区域形成包含因电场作用在不同方位倾斜的液晶分子的轴对称取向区域的结构，但不是仅限于此。例如，各个液晶区域内的液晶分子倾斜的方向相同，可以配置凹部，使得形成其方向互不相同

的多个区域（优选为每隔 90° 不同的4个区域）。

本发明，在使用垂直取向型液晶层、在各个像素中形成多个轴对称取向区域的情况下，可以实现广视野角、可进行高对比度显示的液晶显示装置。因此，下面以使用了垂直取向型液晶层的液晶显示装置（所谓VA模式的液晶显示装置）为例来说明本发明的实施方式，但本发明不是仅限于此，它可适用于至少在施加规定电压时、在像素内形成包含在互不相同的方向上取向的液晶分子的至少一个液晶区域的液晶显示装置。从视野角特性的观点来看，优选为具有液晶分子的取向方向为4个方向以上的液晶区域。以下例示轴对称取向的区域。

另外，在以下的实施方式中，例示透过型和半透过型的液晶显示装置，但也可以适用于反射型显示装置。

以下，参照附图，具体地说明本发明的第三方面的实施方式的液晶显示装置的结构。

（透过型液晶显示装置）

首先，参照图20说明本发明的第三个方面的实施例的一个例子的透过型液晶显示装置3100的结构。图20为示意性地表示透过型液晶显示装置3100的一个像素的结构的图，图20（a）为平面图，图20（b）为沿着图20（a）中的20B-20B'线的截面图。

这里，表示将一个像素分割成二个（ $N=2$ ）的例子。可以根据像素间距，将分割数（ $=N$ ）设置为3以上。当分割数（ $=N$ ）多时，由于有效开口率有降低倾向，故在高精细的显示板上使用的情况下，最好减分割数（ $=N$ ）。另外，本发明也可适用在不分割像素（表现为 $N=1$ ）的情况。被分割的区域称为“子像素”。在本发明的优选实施例，在子像素中形成一个轴对称取向区域。

液晶显示装置3100具有透明基板（玻璃基板）3110a，与透明基板3110a相对设置的透明基板3110b，和设在透明基板3110a和3110b之间的垂直取向型液晶层3120。垂直取向膜（图中没有示出）设在与基板3110a和3110b上的液晶层3120连接的面上。当不加电压时，液晶层3120的液晶分子相对于垂直取向膜的表面大致垂直地取向。液晶层3120包含电介质各向异性为负的向列型液晶材料，根据需要，还可包含手性剂。

液晶显示装置3100具有在透明基板3110a上形成的像素电极3111，

设在透明基板3110a和像素电极3111之间的层间绝缘膜3115a,和在透明基板3110b上形成的对向电极3131,设在像素电极3111和对向电极3131之间的液晶层3120规定像素。像素电极3111和对向电极3131都由透明导电层(例如ITO层)形成。典型的是,在透明基板3110b的液晶层3120上形成与像素对应设置的彩色滤光器3130(有时也将多个彩色滤光器归纳在一起全体称为彩色滤光器3130),设在相邻的彩色滤光器3130方向的黑色矩阵(遮光层)3132。在该黑色矩阵上形成对向电极3131,在对向电极3131上(液晶层3120)形成彩色滤光器层3130或黑色矩阵3132也可以。

层间绝缘膜3115a具有在像素内规定位置的凹部3117,在液晶层的表面上形成凹部,利用其形状效果,该凹部3117起固定和稳定液晶分子的轴对称取向的中心轴的作用。像素电极3111在与凹部3117对应的位置上有开口部3114,凹部3117在开口部3114内形成。当施加电压时,在像素电极3111的开口部3114中的周边上生成倾斜电场,与凹部3114的形状效果一起,起固定和稳定轴对称取向中心轴的作用,省略开口部3114,也可以在像素电极3111的液晶层表面(还有在其上形成的取向膜的表面)上,形成与凹部3117对应的凹部。

另外,液晶显示装置3100在其像素的周边上有遮光区域,在该遮光区域内的透明基板3110a上有壁结构体3115b。壁结构体3115b与形成的层间绝缘膜3115a作成一体,以覆盖在透明基板3110a上形成的电路元件(不仅是开关零件等的能动元件,也包括线路或电极,但图中没有示出)。如后所述,当在具有TFT作为电路主件的透过型液晶显示装置中,设置层间绝缘膜时,可使像素电极3111与栅极信号线路和/或源极信号线路一部分重叠,可提高开口部率。

遮光区域是在透明基板3110a上的像素电极3111的周边区域上形成的,例如,它是利用在TFT或栅极信号线路,源极信号线路或透明基板3110b形成的黑色矩阵进行遮光的区域。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3115b对显示没有不利影响。

这里所示的壁结构体3115b被设置成包围像素的连续壁,但不仅限于此,分割成多个壁也可以。由于该壁结构体3115b规定在液晶区域的像素的外延附近形成的边界,因此最好有一定的长度。例如,在用多

个壁（壁部分）构成壁结构体3115b的情况下，最好各个壁的长度大于相邻壁之间的长度。例如，在用多个壁（壁部分）构成壁结构体的情况下，最好各个壁的长度比相邻的壁之间的长度长。

所示的像素电极3111具有在与凹部3117对应的位置形成的二个开口部3114和4个切口部3113。当将规定的电压施加在该液晶层上时，分别形成呈轴对称取向的二个液晶区域，各个液晶区域的轴对称取向的中心轴，在层间绝缘膜3115a上形成的凹部3117内或其附近形成。如后详述，凹部3117（以及像素电极3111的开口部3114）起固定轴对称取向的中心轴的位置的作用。切口部3113设在轴对称取向区域的边界附近，规定由电场规定液晶分子的倾斜方向，以形成轴对称取向区域。通过在像素电极3111和对向电极3113之间加电压，在切口部3113的周边上形成倾斜电场，该倾斜电场规定液晶分子的倾斜方向，结果如上述那样起作用。另外，切口部3113包含以与在像素（这里全体为透过区域）上形成的液晶区域的中心轴对应的凹部（图20中的右侧凹部）3117为中心，点对称地配置的4个切口部3113）。

通过作出这种切口部3113，规定加电压时液晶分子倾倒的方向，形成二个液晶区域。在图20中，不在像素电极3111的左侧作出切口部的理由是利用作在们于图示的像素电极3111的左侧的像素电极图中没有示出）的右端上的切口部，可得到同样的作用，因此省略在像素电极3111的左端的降低像素有效开口部率的切口部。由于利用上述壁结构体3115为产生的取向限制力，即使不在像素电极3111的左端作出切口部，除了与作出切口部的情况同样，形成稳定的液晶区域以外，还可得到提高有效开口部率的效果。形成4个切口部3113后，在相邻的液晶区域之间至少作出一个切口部也可以。这样，在像素的中心作出细长的切口部，其他省略也可以。

为了固定轴对称取向区域的中心轴，作在子像素（液晶区域）的大致中心凹部3117的形状，最好为例示那样的园形，但不是仅限于此，为了全方法地发挥大致相等的取向限制力，4角形以上的多角形较好，最好是正多角形。另外，在像素电极3111上作出与凹部3117对应的开口部3114时，开口部3114的形状最好与凹部3117同样设计，相同的形状最好，这里，开口部3114和凹部3117的形状都为圆形。

由于壁结构体3115b与具有凹部3117的层间绝缘膜3115a作成一体，可通过使感光性树脂3115膜，曝光，显像的一系列工序制造。例如，设置感光性树脂膜（最好为正型感光性树脂），以覆盖开关元件（例如TFT）等电路元件，在感光性树脂膜上形成使接触孔（像素电极和电路元件（例如和与TFT的漏极连接的电极（有时也称为连接电极）连接的接触孔）的曝光和显像工序中，通过改变每个规定区域的曝光量（包含有选择的不曝光的情况）而形成。例如，在使用正型感光性树脂的情况下，可以将不曝光的区域作为壁结构体3115b，在完全曝光区域上形成接触孔的同时，在中等曝光量的区域上形成凹部3117。在曝光量比凹部3117区域少的区域上，形成像素电极3111，使凹部3117在像素电极3111的开口部3114内露出。

另外，将起规定由电场引起的轴对称取向区域内的液晶分子倾倒方向作用的切口部3113的形状，设定成能发挥与相邻的轴对称取向大致相等的取向限制力，例如最好设定为4角形。切口部3113可与开口部3114一起，在像素电极3111上作出图形的工序中同时形成。

为了规定液晶层3120的厚度（也称为单元间隙），如果将支承体3133作在遮光区域（这里为由黑色矩阵3132规定的区域）上，优选不会使显示品位降低。支承体3133可以在透明基板3110a和3110b中的任一个上形成，如例所示，不限于仅在作在遮光区域上的壁结构体3115b上形成。当在壁结构体3115b上形成支承体3133时，壁结构体3115b的高度与支承体3133的高度之和，为液晶层3120的厚度。在未形成壁结构体3115b的区域中设置支承体3133时，将支承体3133的高度设定为液晶层3120的厚度。支承体3133可利用感光性树脂，利用光刻工序形成。

在该液晶显示装置3100中，当将所定的电压（阈电压以上的电压）施加在像素电极3111和对向电极3131上时，在子像素（轴对称取向区域）的大致中心上作成的凹部3117（和开口部3114）内或其附近，形成中心轴各自稳定的二个轴对称取向区域，在像素电极3111的长度方向的中心作出的一对切口部3113规定由电场造成的相邻的二个液晶区域内的液晶分子倾倒方向，在壁结构体3115b和像素电极3111的角落作出的切口部3113规定液晶区域的像素的外延附近的液晶分子因电场而倾斜的方向。另外，可以认为是壁结构体3115b和凹部3117（以及开口

部3114)以及切口部3113的取向限制力产生协同作用,使液晶区域的取向稳定。

另外,在透明基板3110a的液晶层3120上设置TFT有源元件和与TFT栅极信号线和源极信号线等加元件(图中都没有示出)。也可将透明基板3110a,与在透明基板3110a上形成的电路元件和上述像素电极3111,壁结构体3115b,支承体3133和取向膜等一起统称为有源矩阵基板。另一方面,也可将透明基板3110b,与在透明基板3110b上形成的彩色滤光器层3130,黑色矩阵3132,对向电极3131和取向膜等一起统称为对向基板或彩色滤光器基板。

另外,上说明中省略了,液晶显示装置3100还具有通过透明基板3110a和3110b,相互相对配置的二块偏光板。二块偏光板典型地是与透过轴互相垂直地配置。如后所述,设置二轴性光学各向异性媒体层和/或在单轴性光学各向异性媒体层也可以。

其次,参照图21A和21B说明在透过型液晶显示装置3100中优选使用的有源矩阵基板的结构的一个例子,图21A成为有源矩阵基板的部分放大图,图21B为沿图21A中的X-X'线的截面图。图21A和21B所示的有源矩阵基板,在切口部3113的数目少这点上与图20所示的有源矩阵基板不同,其他结构可以相同。

图21A和图21B所示的有源矩阵基板具有由玻璃基板构成的透明基板3110a,在透明基板3110a上,栅极信号线3002和源极信号线3003互相垂直。在这些信号线路3002和3003的交叉部分附近设有TFT3004,TFT3004的漏极3005与像素电极3111连接。

有源矩阵基板具有覆盖栅极信号线3002,源极信号线3003和TFT3004的层间绝缘膜3115a,在层间绝缘膜3115a上形成凹部3117。凹部3117位于在像素内形成的轴对称取向区域的大致中心。并且,像素周边的壁结构体3115b与层间绝缘膜3115a作成一体,如上所述,利用一系列的工序,可从单一的感光性树脂膜3115形成,并可用简单的工序制造。

像素电极3111为由ITO等透明导电层形成的透明电极,在层绝缘3115a上形成。利用在层间绝缘膜3115a的接触孔内形成分子触点3111a与漏极3005连接。在像素电极3111的规定区域上,如上所述,作出控

制轴对称取向区域取向的切口部3113和开口部3114。凹部3117设置成在开口部3114的内部露出。

像素电极 311l 通过栅极绝缘膜 3009, 与下一段的栅极信号线重叠。TFT4 在从栅极信号线 2 分支的栅极 3010 的上部具有层叠着控制绝缘膜 3009, 半导体层 3012s, 通道保护层 3012c 和 n^+ -Si 层 3011sd(源极和漏极)的结构。

这里表示了底部栅极型 TFT 的结构例子, 但不仅限于此, 也可以使用顶部栅极型 TFT。另外, 还可以使用 TFT 以外的开关元件(例如 MIM)。

在液晶显示装置 3100 中, 在透明基板 3110a 上的层间绝缘膜 3115a 上形成凹部 3117, 同时, 与层间绝缘膜 3115a 一体设置壁结构体 3115a。并且, 在层间绝缘膜 3115a 上设置的像素电极 311l 上作出切口部 3113、和开口部 3114a。即: 将为形成轴对称取向区域的全部取向控制结构形成在透明基板 3110a 上, 而在对向基板 3110b 上不设置取向限制结构。根据本实施例, 利用如此简单的结构即可获得能够形成稳定的轴对称取向区域的优点。然而, 并不仅限于此, 如图 22 所示的液晶显示装置 3100' 那样, 也可以在对向基板 3110b 上设置取向限制结构。采用这种结构, 可使液晶分子取向更加稳定。

液晶显示装置 3100' 除了在对向电极 313l 上有开口部 3114' 以外, 与液晶显示装置 3100 实质上相同的结构, 与液晶显示装置 3100 共用的结构元件用相同的符号表示, 此处省略其说明。

当从基板法线方向看时, 液晶显示装置 3100' 的对向基板 313l 上作出的开口部 3114' 设置与形成在像素电极 311l 的凹部 3117 和开口部 3114 大致重合的位置上。液晶显示装置 3100' 的平面图与图 20 (a) 实质上相同。这样配置的开口部 3114', 与在像素电极 311l 上作出的凹部 3117 和开口部 3114 一起, 可以起固定和稳定轴对称取向的中心轴的作用。结果, 可使轴对称取向区域的取向稳定。

另外, 在对向基板 3110b 上优选不设置壁结构体等结构上的取向限制结构。为了形成壁结构体, 与在电极上作出的开口部和切口部不同, 因制造工序增加将成为成本提高的重要原因, 不可选。另外, 切口部 3113 与具有固定中心轴作用的凹部不同, 它是为了与壁结构体 3115 的

侧面固定作用起协同作用，由此规定因电场所致液晶分子的倾倒方向而设置的，因此优选仅在与壁结构体 3115 相同的基板 3110a 上设置。

（半透过型液晶显示装置）

其次，参照图 23，说明本发明的第三个方面的实施例的半透过型液晶显示装置 3200 的结构。

图 23 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 3200 的一个像素的结构图，图 23（a）为平面图，图 23（b）为沿着图 23（a）中的 23B-23B'线的截面图。

液晶显示装置 3200 具有透明基板（例如，玻璃基板）3210a，与透明基板 3210a 相对设置的透明基板 3210b，和设在透明基板 3210a 和 3210b 之间的垂直取向型液晶层 3220。在与两块基板 3210a 和 3210b 上的液晶层 3220 相接的面上设有垂直取向膜（图中没示出）。当不施加电压时，液晶层 3220 的液晶分子与垂直取向膜表面大致垂直地取向。液晶层 3220 包含电介质各向异性为负的向列型液晶材料，根据需要，还可包含手性剂。

液晶显示装置 3200 具有在透明基板 3210a 上作出的像素电极 3211，在透明基板 3210b 上作出的对向电极 3231，设在像素电极 3211 和对向电极 3231 之间的液晶层 3220 规定像素。如后所述，在透明基板 3210a 上形成 TFT 等电路元件。有时，将透明基板 3210a 和在其上形成的结构元件一起统称为有源矩阵基板 3210a。

另外，典型的是，在透明基板 3210b 的液晶层 3220 一侧，形成有与像素对应设置的彩色滤光器 3230（有时，将多个彩色滤光器一起统称为彩色滤光器层 3230），和设在邻接的彩色滤光器 3230 之间的黑色矩阵（遮光层），在它们的上面形成对向电极 3231，但也可在对向电极 3231 上（液晶层 3220 侧）形成彩色滤光器层 3230 或黑色矩阵 3232。有时，将在透明基板 3210b 和在其上形成的结构元件一起统称为对向基板（彩色滤光器基板）3210b。

像素电极 3211 具有由透明导电层（例如 ITO 层）构成的透明电极 3211a 和包含金属层（例如 Al 层，含有 Al 的合金层，和包含它们中任何一个的层叠膜）构成的反射电极 3211b。结果，像素包含由透明电极 3211a 规定的透明区域 A，和由反射电极 3211b 规定的反射区域 B。透

明区域 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。

液晶显示装置 3200 在各自像素的周边上有遮光区域,在该遮光区域的透明基板 3210a 上有壁结构体 3215b。另外,有源矩阵基板 3210a 在层间绝缘膜 3215a 的子像素(液晶区域)的大致中心具有凹部 3117。还具有规则地配置在像素周围的壁结构体 3115b,该壁结构体 3215b 与层间绝缘膜 3215a 形成为一体,以覆盖透明基板 3210a 上的电路元件(不光是开关元件等能动元件,还包括线路、电极,此处未图示)。例如,在具有 TFT 作为电路元件的透过型液晶显示装置中,当设置层间绝缘膜时,具有可使像素电极与栅极信号线路和/或源极信号线路的一部分重叠形成,提高开口部率的优点。

另外,遮光区域对显示没有帮助,因此,在遮光区域中形成的壁结构体 3215b 对显示没有不利影响。这里所示的结构体 3215b 为包围像素的连续壁,但不仅限于此,分断成多个壁也可以。由于该壁结构体 3215b 起着规定在液晶区域的像素的外延附近形成的边界的作用,因此最好有一定的长度。在由多个壁构成壁结构体 3215b 的情况下,最好各个壁的长度比相邻的壁之间的长度长。

这里所示的像素电极 3211 具有在透过电极 3211a 上,与凹部 3217 对应作出的开口部 3214 和 4 个切口部 3213。另外,反射电极 3211b 具有一个开口部 3214。当将电压施加在液晶层上时,分别形成呈轴对称取向的三个液晶区域,这些液晶区域的轴对称取向的中心轴,在凹部 3217 和 3214 内或其附近形成。如后所述,作在子像素的大致中心的凹部 3217 可固定轴对称取向的中心轴的位置,切口部 3213 规定电场引起的轴对称取向区域内的液晶分子倾倒的方向。通过将电压施加在像素电极 3211 和对向电极 3213 之间,在开口部 3214 和切口部 3213 的周边产生倾斜电场,该倾斜电场规定液晶分子的倾斜方向,结果如上所述一样发生作用。凹部 3217 则利用其形状效果规定液晶分子的倾倒方向。

另外,切口部 3213 包含以在像素的透过区域 A 上形成的与液晶区域中心轴对应的凹部(此处为图 20 中的右侧的凹部) 3217 为中心对称配置的 4 个切口部 3213。通过作出这种切口部 3213,规定施加电压时液晶分子的倾倒方向,形成三个液晶区域。凹部 3217、开口部 3214 和

切口部 3213 的配置及其优选形状,与上述透过型液晶显示装置 100 的情况相同。图 23 中表示了在透过区域 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,但并不局限于此。从视野角特性和取向稳定性的观点来看,优选各个液晶区域为大致的正方形形状。

为了规定液晶层 3220 的厚度(称为单元间隙),将支承体 3233 在遮光区域(此处为由黑色矩阵 3232 规定的区域)上形成,不会降低显示品位,是为优选。支承体 3233 在透明基板 3210a 和 3210b 上的任一个上形成都可以,而不能局限于将其设在遮光区域上作出的壁结构体 3215b 上。在壁结构体 3215b 上形成支承体 3233 时,将壁结构体 3215b 的高度与支承体 3233 的高度之和设定为液晶层 3220 的厚度。当在没有形成壁结构体 3215b 的区域中设置支承体 3233 时,将支承体 3233 的高度设定成液晶层 3220 的厚度。

在液晶显示装置 3200 中,当向像素电极 3211 和对向电极 3231 施加规定电压(阈值电压以上的电压时),在三个开口部 3214 和凹部 3217 内或其附近,分别形成中心轴稳定的三个轴对称取向区域。作在像素电极 3211 上的 4 个切口部 3213 规定由电场所致相邻的三个液晶区域内的液晶分子的倾倒方向,壁结构体 3215b 使形成在液晶区域的像素外延附近的边界稳定。

其次,说明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 3200 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 3220,而在反射模式的显示中,显示用的光二次通过液晶层 3220。因此,如图 23(b)示意性地表示的那样,优选将透过区域 A 的液晶层 3220 的厚度 dt 设定为大约为反射区域 B 的液晶层 3220 的厚度 dr 的 2 倍。通过这种设定,可使液晶层 3220 给与二个显示模式的光的阻滞大致相等。最好是 $dr = 0.5dt$,但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的范围内,可以实现二个显示模式下的良好显示。当然,根据用途不同,也可以 $dt=dr$ 。

在液晶显示装置 3200 中,为了使反射区域 B 的液晶层 3220 的厚度比透过区域 A 的液晶层的厚度小,只在玻璃基板 3210b 的反射区域 B 中设置透明的电介质层 3234。当采用这种结构时,由于不需要在反射电极 3211b 下面使用绝缘膜等来设置台阶,因此具有有源矩阵基板 3210a

制造简单的优点。另外，当在为了调整液晶层 3220 的厚度而设置的台阶的绝缘膜上设置反射电极 3211b 时，覆盖绝缘膜的斜面（锥度部分）的反射电极将遮住用于透过显示的光，或者由绝缘膜的斜面上作出的反射电极反射的光，反复进行内部反射，因此在反射显示中的产生不能有效地利用的问题，但是采用上述结构，可以抑制这些问题的发生，改善光的利用效率。

另外，当使用具有使光散射在该透明电介质层 3234 上的功能（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 3211b，也可实现接近纸白色的良好白色显示。即使不将光散射能给与透明的电介质层 3234，通过在反射电极 3211b 的表面上作出凹凸形状，也可实现接近纸白色的白色显示，但凹凸形状有时会使轴对称取向的中心轴的位置不稳定。与此相对，如果使用具有光散射能的透明电介质层 3234 和具有平坦表面的反射电极 3211b，则反射电极 3211b 上作出的开口部 3214 可使中心轴的位置更可靠地稳定。另外，由于将扩散反射功能赋与反射电极 3211b，当在其表面上作出凹凸时，最好使凹凸形状为连续的波状，以不产生干涉色，从而使轴对称取向的中心轴稳定。

另外，在透过模式下的显示中使用的光只一次通过彩色滤光器层 3230，而在反射模式的显示中，显示的光二次通过彩色滤光器层 3230。因此，当使用在透过区域 A 和反射区域 B 中光学浓度相同的彩色滤光器层作为彩色滤光器层 3230 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，最好使反射区域的彩色滤光器层的光与浓度，比透过区域的彩色滤光器层小。这里所述的光学浓度为赋予彩色滤光器层的特征的特性值，如果彩色滤光器层的厚度减少，则可减小光学浓度。或者，保持滤光器层的厚度不变，但降低添加的色素浓度，也可以减小光学浓度。

其次，参照图 24 和图 25 说明在半透过型显示装置中使用的有源矩阵基板的一个例子。图 24 为有源矩阵基板的部分放大图，图 25 为液晶显示装置的截面图，相当于沿图 24 中的 X-X' 线的截面图。图 24 和图 25 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这一点（即开口部 3214、凹部 3217（仅在透过区域）和切口部 3213 的数目少之点）与图 23 所示的有源矩阵基板不同之外，

其他的结构相同，因此相同的结构元件用相同的符号表示。

图 24 和图 25 所示的有源矩阵基板具有由玻璃基板构成的透明基板 3210a,在透明基板 3210a 上，栅极信号线 3002 和源极信号线 3003 互相垂直地设置。在这些信号线 3002 和 3003 的交叉部分附近设有 TFT3004，TFT3004 的漏电极 3005 与像素电极 3211 连接。

像素电极 3211 具有由 ITO 等透明的导电层形成的透明电极 3211a 和由 Al 等形成的反射电极 3211b，透明电极 3211a 规定透过区域 A，反射电极 3211b 规定反射区域 B。根据需要，在反射电极 3211b 上也可以形成透明导电层。

像素电极 3211 在层间绝缘膜 3215a 上形成，像素电极 3211 (透明电极 3211a)，通过在层间绝缘 3215a 的接触孔内形成的触点 3211a，与连接漏电极 5 的连接电极 3025 相接。反射电极 3211b 与透明电极 3211a 连接。

像素电极 3211 可以延伸设置在与层间绝缘膜 3215a 形成一体的壁结构体 3215b 的斜面上。通过这种结构，可得到在施加电压时有效地限制液晶层的液晶分子倾斜方向的效果。在像素电极 3211 的规定区域内，设置有为固定/稳定轴对称取向的中心轴的开口部 3214 和为控制轴对称取向区域的取向的切口部 3213。并且，连接电极 3025 与通过栅极绝缘膜 3009，与相对设置的辅助容量线路（辅助容量电极）构成辅助容量。辅助容量线路，例如，可以在反射电极 3211b 的下部设置成与栅极信号线 3002 平行。例如，可以将与设在彩色滤光器基板上的对向电极相同的信号（共同信号）提供给辅助容量线路。

本实施例的半透过型显示装置的反射电极 3211b 具有凹凸形状的表面，因此具有优异的扩散反射特性。反射电极 3211b 表面的凹凸形状反映在层间绝缘膜 3215 的表面上作出的凹凸形状。

层间绝缘膜 3215a 具有在子像素（液晶区域）的大致中心有规则地配置的凹部 3217,并与壁结构体 3215b 作成一体。层间绝缘膜 3215a 具有表面实质上平坦的区域（有时称为“第一区域”），和表面有凹凸状的区域（有时称为“第二区域”）。在表面平坦的第一区域上形成透明电极 3211a，在有凹凸的第二区域上,形成反射电极 3211b。

与壁面结构体 3215b 形成为一体、具有凹部 3217 并包含表面呈凹凸

形状的区域3215C的层间绝缘膜3215c, 如后所述, 可以由单一的感光性树脂制成, 可以用比现有技术更简单的方法来制造。

像素电极 321l 通过栅极绝缘膜 3009, 与下一段的栅极信号线 3002 重叠。TFT3004 在从栅极信号线 2 分支的栅极 3010 的上部具有层叠着控制绝缘膜 3009, 半导体层 3012s, 通道保护层 3012c 和 n^+ -Si 层 3011sd (源极和漏极) 的结构。

这里表示了底部栅极型 TFT 的结构例子, 但不仅限于此, 也可以使用顶部栅极型 TFT。另外, 还可以使用 TFT 以外的开关元件 (例如 MIM)。

如上所述, 具有图 23 所示结构的液晶显示装置 3200 与液晶显示装置 3100 同样, 通过仅在单侧基板上设置轴对称取向的取向限制结构 (在层间绝缘膜上形成的凹部 3217 和壁结构件 3215b 与在像素电极 321l 上形成的开口部 3213 和切口部 3214) 的较简单的结构, 就可以取得使液晶的取向十分稳定的效果。另外, 如图 22 所示的透过型液晶显示装置 3100' 那样, 在半透过型液晶显示装置 3200 中, 通过在对向基板上设置取向限制结构, 可以使取向更加稳定。但由于上述理由, 设置在对向基板上的取向限制结构, 最好仅仅是为固定轴对称取向的中心轴的开口部。

另外, 如上所述, 液晶显示装置 3200 通过构成透明电介质层 3234 和/或彩色滤光器层 3230, 可以提高透过模式和反射模式显示的亮度和色纯度。

其次, 参照图 26 (a) - (f) 详细说明具有凹部 3217 的层间绝缘层 3215a 和壁结构体 3215b 的形成方法。在图 25 和 26 中, 将透明基板 3210a 及在其上形成的 TFT、信号线等电路元件一起统称为“电路基板 3210A”。

首先, 如图 26 (a) 所示, 准备形成 TFT 等规定的电路元件的电路基板 3210A, 形成正型感光性树脂膜 (东京应化公司制, OFPR-800) 3215 以覆盖电路元件。感光性树脂膜的厚度为 $4.5\mu\text{m}$ 。

其次, 如图 26 (b) 所示, 使感光性树脂膜 3215 曝光。这时, 形成曝光量互不相同的区域。即: 壁结构体 3215b 的区域 (由源极信号线和栅极信号线路等遮光的区域)、表面上形成凹凸的区域 (形成反射

电极的区域)几乎不曝光(曝光量为零),其他区域进行规定的曝光(不完全曝光的中等曝光)。

具体而言,在与反射区域上形成的凸部(凹凸表面内的凸部)和壁结构体对应的位置上有遮光部分 3052a,其他通过作为透光部分 3052b 的光掩模 3052,使感光树脂膜 3215 曝光。与在反射区域中形成的凸部对应的遮光部分 3052a 的形状为圆形或多边形,以规定的中心间隔(5~30 μm)和规定的密度随机地配置。该凸部的配置可以是随机的,只要能抑制干涉色的发生。作为光源,可以使用超高压水银灯(例如,i 线的照度为 20-50mW),均匀地曝光(照射时间 1-4 秒)。曝光量优选为大约 20-100mJ / cm^2 。

其次,如图 26 (c) 所示,具有与接触孔对应的透光部分 3062b 和为在像素内的规定位置设置凹部 3217 的透光部 3062c,其他可使用作为遮光部分 3062a 的光掩模 3062,均匀地曝光(照射时间为 10-15 秒)。曝光量优选为大约 200-500mJ / cm^2 。形成接触孔和凹部的区域在先前的曝光工序的其他区域内。

这时,通过特别地将形成凹部的透光部分3062c的照射直径设定得比通常的接触孔的透光部分3062b的照射直径小(例如,设计成在接触孔的掩模直径的1/2以下),在一个阶段的接触孔形成曝光工序中,层间绝缘膜不贯通至下层的接触电极,可以满足规定的凹部深度。层间绝缘膜的 I_d 和凹部深度 h 优选满足 $h < 0.8 \cdot I_d$ 的关系。以下就此进行说明。

但不仅限于此,在形成接触孔的工序之前,设置别的曝光工序,在形成凹部的曝光工序之外连续地进行曝光工序,也可以形成层间绝缘膜的多台阶形状。

其次,如图 26 (d) 所示,使用 TMAH (四甲基铵氢氧化物) 系显示液,在规定条件下进行显像处理。例如,将高曝光量区域的树脂膜完全除去(形成接触孔 3229),在未曝光区域的树脂膜中残留大约 90% (形成壁结构体和凸部),在低曝光区域的树脂膜中残留大约 40% (形成凹部 3217)。

又如图 26 (e) 所示,根据需要,进行干燥和烧结。烧结在 200 $^{\circ}\text{C}$ 下进行。通过烧结,利用形成多个微细的凸部的反射区域 3215c' 的树脂的热塌边现象等,可得到平滑的凹凸形状 3215c。通过将反射电极

3211b 的表面作成平滑的凹凸形状，可得到抑制干涉色发生的良好扩散反射特性。

这样，对感光性树脂膜 3215 进行连续成批的曝光工序，然后进行显像工序，可以得到与壁结构体 3215b 形成一体、具有带微细凹凸形状的区域 3215c 和有规则地配置在像素内的液晶区域的大致中心处的凹部 3217 以及具有接触孔 3229 的层间绝缘膜 3215a。

在上述曝光工序中，说明了使用具有透光部分和遮光部分的光掩模，通过调节每个区域上的照射时间，形成曝光量不同区域的方法，但也可以通过使用具有连续变化的浓度图形的灰色等级掩模进行曝光，形成具有表面形状连续变化的层间绝缘体。

另外，在曝光工序中，也可以使用仅仅使形成壁结构体的区域或凹部独立作为遮光部分的另一工序的光掩模，在形成接触孔的曝光工序之前，连续进行另一工序的曝光过程。

其次，如图 26 (f) 所示，在经过上述工序得到的层间绝缘膜 3215a 和壁结构体 3215b 上形成像素电极 3211。例如，透明电极 3211a 是利用飞溅法将透明导电膜（ITO 膜等）堆积至规定的膜厚（100nm），再通过作出图形而得出的。反射电极 3211b 是利用飞溅法，将反射电极膜（Al 薄膜等）堆积至规定膜厚（180nm），通过作出图形而得到的。当形成各个电极 3211a 和 3211b 时，作出开口部 3214 和 / 或切口部 3213。

根据本实施例，与像素内具有凹部 3217 的层间绝缘膜 3215a 在同一层，形成壁结构体 3215b 和反射电极的微细凹凸形状，在其上层上形成像素电极。因此可以将像素电极 3211 配置在壁结构体 3215b 的特别是像素侧的倾斜侧面上。通过将像素电极 3211 延伸至壁结构体 3215b 的倾斜侧面，由于壁结构体 3215b 的侧面的周边电场（电力线）变形，因此与壁结构体 3215b 产生的结构上的取向限制力一起，可以有效地控制液晶分子的倾斜方向。

在反射电极 3211b 上，也可根据需要形成透明电极膜。通过在反射电极 3211b 上形成透明导电膜，可以减少反射区域和透过区域的电位差（电极电位差）的偏移。在反射电极 3211b 上形成的透明电极膜的材料最好与透明电极 3211a 的材料相同。

如上所述，根据本实施例的制造方法，通过对单一的感光性树脂

膜进行光刻过程,可以形成体现扩散反射特性的凹凸、作为取向控制结构的规则地配置在像素上的凹部和配置在像素外的壁结构体,故可有效地降低成本。

以下,在与上述得到的有源矩阵基板相对的对向基板(CF基板)上,在规定条件下垂直取向膜后,通过密封树脂,使它们互相贴合,在其间隔中封入电介质各向异性为负的液晶材料,可得到本实施例的液晶显示装置。这些工序可用公知的方法进行,故省略其说明。

这里,对半透过型液晶显示装置的制造方法的例子进行了说明,但是当层间绝缘膜形成时,在成批的连续过程中制造作为液晶区域取向限制结构的壁结构体、配置在液晶区域中心的凹部和接触孔等的技术,当然可以适用于透过型和反射型液晶显示装置的制造,故可以获得比现有技术工序简单、成本低,制造时的生产节拍时间缩短的效果。

接着,通过图27和图28,说明本发明的实施例中有规则地配置在像素内的液晶区域中心的凹部的优选结构。

如图27的概要图所示,呈矩阵形状配置的像素的较短间距 P_s (μm)和凹部最大内径 D_c (μm)的关系优选满足 $D_c < 0.35 \cdot P_s$ 。最大内径 D_c 在凹部为圆形时为直径,在其他形状时则规定凹部内侧可以画线的最长直线长度。

在此,图28为表示凹部最大内径 D_c 和有效开口部率的关系的图形。考虑到通过设置凹部,有效开口部率具有单调地减小的倾向,但开口部率的降低在10%以下时,通过进行液晶层光学的优化设计,几乎可以补偿液晶显示装置亮度的降低,故将设置凹部时的设定开口部率的下限值设为90%。为了满足个条件,从图28可看出,凹部的最大内径 D_c (μm)必需满足 $D_c < 0.35 \cdot P_s$ 的关系。即:在短边间距为 $50\mu\text{m}$ 的像素的情况下,凹部的最大内径优选在 $17\mu\text{m}$ 以下。更优选为 $10\mu\text{m}$ 以下 ($D_c \leq 0.2P_s$)。当超过最大内径的规定值时有效开口部率降低超过10%时,将会发生显示板的亮度显著降低,显示品质恶化的问题。

关于凹部深度 h (μm)和层间绝缘膜的厚度 Id (μm)的关系,如后所述的实验所示,优选满足 $h < 0.8 \cdot Id$ 的关系。当凹部的挖入深度变大,大于该规定值时,在液晶区域内,液晶分子沿着台阶面倾斜取向的倾向变大,导致多次折射,这将使凹部附近的光泄漏变得显著,导致对比

度比降低。另外,当凹部深度 h 变大时,由于液晶层厚局部增大,液晶层的写入特性(充电特性)发生变动,这将成为显示特性偏差的主要原因。更优选的凹部深度 h 为 $h < 0.6 Id$ 的范围。

接着,参照图29(a)和(b),更详细地说明壁结构体3215b和层间绝缘膜3215a的优选形状。图29(a)和(b)为沿着图23的29A-29A'线的截面图,图29(b)为用图29(a)的虚线包围部分的放大图。

如上所述,根据本发明的实施例,经过一揽子的曝光工序,将开关元件上层的层间绝缘膜3215a与凹部3217和壁结构体3215b形成一体。因此,如图29(a)和(b)示意性地所示,可将与壁结构体3215b和层间绝缘膜3215a的第一基板3210a垂直的面的截面形状,作成以液晶区域的轴对称取向的中心轴所形成的区域为底部3215B的连续形状。在此,由于像素电极3211a具有固定和稳定轴对称取向区域的中心轴的位置的凹部3217,因此,具有层间绝缘膜3215a的截面形状的底部3215B,形成在与凹部3217对应的位置上。

这样,当壁结构体3215b的倾斜侧面3215S和层间绝缘膜3215a的上表面具有连续的研钵状的形状时,利用在研钵状表面上形成的像素电极3211和垂直取向膜,可使轴对称取向区域的取向稳定。其结果,可得到中间色调响应特性改善的效果,减小中间的不光滑感,以及即使按压液晶板时发生取向混乱也可在短时间内回复的效果。由研钵状得到的取向稳定性效果,是由于在像素电极和垂直取向膜的表面作成滑动体状而得到的。即:具有研钵状的表面的像素电极生成以滑动钵的底部为中心对液晶层倾斜的电场,具有研钵状的表面的垂直取向膜可发挥取向限制力,使液晶分子以滑动钵底为中心倾斜。这样,由于可以附加地得到由研钵状的形状引起的取向限制力,故可使轴对称取向区域更加稳定。这个效果可通过在像素内液晶区域的大致中心有规则地配置凹部而得到有效发挥,使轴对称取向的稳定和中心轴的固定更有效地发生作用。

并且,研钵状的形状,例如可在构成层间绝缘3215a、凹部3217和壁结构体3215b的感光性树脂膜上作出图形后,通过调整热处理工序的温度和时间等来加以控制。

如图29(b)示意性地所示,壁结构体3215b的侧面3215S对于基板

3210a的表面的倾斜角 α 优选在 45° 以下,更优选在 25° 以下。

在壁结构体3215b的侧面3215s上形成的垂直取向膜(图中没有示出)具有限制力,可使液晶分子相对于其表面垂直取向,因此侧面3215上的液晶分子在与基板3210a的表面倾斜的方向取向。侧面3215s的倾斜角 α 越大,液晶分子倾斜的程度越大。由垂直取向引起的取向限制力,不论有无电压均起作用,因此在黑色显示状态时,产生由侧面3215S附近的倾斜液晶分子引起的光泄漏。因此,如果3215b的侧面3215S的倾斜角 α 过大,则对比度比降低。为了抑制该对比度比的降低,倾斜角 α 优选在 45° 以下, 25° 以下更好。另外,当倾斜角 α 超过 45° 时,液晶分子的垂直取向性降低,取向不稳定。但为了得到取向稳定的效果,倾斜角 α 优选在 3° 以上, 5° 以上更好。

在此,就与层间绝缘膜3215a一体形成的凹部3217等的设计参数,对半透过型液晶显示装置的例子进行了说明,但这些参数在透过型液晶显示装置和反向型液晶显示装置中同样适用。

(动作原理)

参照图30,说明具有垂直取向型液晶层的本发明的第三个方面的实施方式的液晶显示装置具有优异的广视野角特性的理由。

图30是用于说明在层间绝缘膜3016a上形成的凹部3016c、与层间绝缘膜3016a形成为一体的壁结构体3016b及像素电极3006上设置的开口部3006a产生的取向限制力的作用的图,图30(a)示意性地表示不施加电压时的液晶分子的取向状态,图30(b)示意性地表示施加电压时的液晶分子的取向状态。图30(b)所示的状态是显示中间色调的状态。

图30所示的液晶显示装置,在透明基板3001上依次具有层间绝缘膜3016a、有开口部3006a的像素电极3006、和取向膜3022。另外,在像素外具有与层间绝缘膜3016a形成为一体的壁结构体3016b。与凹部3016c对应,在液晶层3020一侧的表面(取向膜3012)上形成凹部。在另一块透明基板3017上依次形成彩色滤光器层3018、对向电极3019和取向膜3032。在二个基板之间设置的液晶层3020包含具有负的介电各向异性的液晶分子3021。

如图30(a)所示,当不施加电压时,液晶分子3021由垂直取向膜

3012和3032的取向限制力的作用，与基板表面近乎垂直地取向。但是，由于壁结构体3016b（典型的是形成垂直取向膜，覆盖壁结构体）及凹部3016c的液晶分子，分别与倾斜面大致垂直地取向，因此相对于基板面倾斜。即，壁结构体3016b和凹部3016c规定液晶分子的倾斜方向。

如图30（b）所示，当施加电压时，由于介电各向异性为负的液晶分子3021的分子长轴与电力线垂直，所以在开口部3006a周边上形成的倾斜电场的作用，规定液晶分子3021倾倒的方向。因此，例如成为以开口部3006a为中心的轴对称状地取向。由于在该轴对称取向区域内，液晶导向偶向极子在全方位（基板面内的方位）上取向，因此视野角特性优异。另外，限制倾斜电场和壁结构体引起的液晶分子的倾斜方向的力，在像素用区域强，受其影响的液晶分子的倾斜取向有向像素内部进行的倾向，因此在像素（子像素）中央的凹部附近，中心轴容易稳定化。

这里，说明了在开口部 3006a 周边形成的倾斜电场的作用，但在像素电极 3006 的边缘部形成的切口部的附近，也同样形成倾斜电场，液晶分子 3021 因电场而被规定倾斜的方向。利用该倾斜电场的取向限制力和上述凹部 3016c 及壁结构体 3016b 的取向限制力的复合作用，在施加电压时，液晶区域的中心部可以更稳定地固定中心轴。

以下说明本发明的第三方面的液晶显示装置的具体例子。本发明的第三方面的实施方式的液晶显示装置的结构，例如具有如图 9 所示的结构。作为液晶面板 1050，在此使用具有图 23 所示的液晶分子显示装置 3200 相同的结构。

（实施例 1）

配置具有图 25 所示结构的有源矩阵基板、在对向侧层叠彩色滤光器层、透明介电层 234 层和对向电极的彩色滤光器基板，构成液晶显示装置。

本实施例的有源矩阵基板，层间绝缘膜及壁结构体，采用上述加工过程，在以下的曝光条件下形成。

在正型感光性树脂膜上形成凹凸形状和壁结构体的第一曝光工序，使用第一光掩模 52，在低曝光量条件（ $60\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）下进行，形成规则地配置在像素内的液晶区域的大致中心、用于控制轴位置所形成

的凹部和形成接触孔等的第二曝光工序，使用第二光掩模 62（凹部内径宽为 $1.5\mu\text{m}$ ，接触孔直径为 $5\mu\text{m}$ ）在高曝光量条件（ $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ ）下进行。

然后，通过实行上述一系列工序，得到本实施例的有源矩阵基板。显像后的烧结工序，在 200°C 下进行 1 小时。结果，得到壁结构体的侧面倾斜角 α 约为 10° 的壁结构体，得到研钵状的截面形状。凹部加工完的内径为 $2\mu\text{m}$ ，深度为 $1.8\mu\text{m}$ ，像素内的层间绝缘膜的平坦部的厚度为 $2.5\mu\text{m}$ 。

另一方面，在彩色滤光器基板的反射区域配置透明介电层的台阶，在显示像素外的遮光层部上，形成为规定液晶层厚度而设置的支承体（介电体）。

在规定条件下在有源矩阵基板和彩色滤光器基板上形成垂直取向膜（不进行磨擦处理）后，通过密封树脂，使基板相互贴合，注入介电率各向异性为负的液晶材料（折射率各向异性 Δn 为 0.1，介电率各向异性 $\Delta\epsilon$ 为 -4.5）进行密封，制成液晶显示面板。在本实施例中，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 $2.1\mu\text{m}$ 。

其次，将以下用的光学薄膜配置在该液晶显示面板的两面上，得到液晶显示装置。

本实施例的液晶显示装置的结构，从观察者一侧看，顺序层叠偏光板（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（上侧为彩色滤光器基板，下侧为有源矩阵基板）、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。另外，在液晶层上下的 $1/4$ 波长板（相位差板 1 和相位差板 4）中，使迟相轴互相垂直，各自的相位差为 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）的各自相位差为 135nm 。另外，在二块偏光板（观察侧和背灯侧）中，使吸收轴垂直地来配置。

将驱动信号施加（在液晶层上加 4V ）在所得到的液晶显示装置上，评价其显示特性。

透过显示中的视角 - 对比度的特性结果，与图 11 中所示的相同。透过显示中的视野角特性，在近乎全方位上表示对称的特性， $\text{CR} > 10$

的区域， $\pm 80^\circ$ 是良好的，透过对比度在正面达到 300:1 以上的高对比度。

另一方面，利用分光测色计（美能达社制的 CM2002）评价反射显示的特性。以标准扩散板为基准，大约为 8.2%（开口率 100% 的换算值），反射显示的对比度值为 20，与现有的液晶显示装置相比，对比度高。

另外，中间色调（分割为 8 个灰度等级时的灰度等级水平为 2）的不光滑感觉被改善，这已得到了确认。而且，中间色调响应时间（分割为 8 个灰度等级时从灰度等级水平 3 变化至灰度等级水平为 5 所需要的时间；ms）为 30msec，与使用现有的介电各向异性为正的液晶的 ECB 模式相比，可显示出同等以上的特性。

另外，当施加 4V 电压（白色显示）用指尖按压显示面板时产生的取向混乱停止时，立即就回复。这样，规则性地形成于像素内液晶区域的近乎中央的凹部有效地固定中心轴，利用实质上包围像素形成的壁上结构体、和、从设在像素周围的壁上结构体的侧面朝着像素中央连续变化的研钵状表面上形成的像素电极和垂直取向膜，改善了轴对称取向区域的取向稳定性。

另外，当不将截面形状作成研钵状时，在壁结构体的侧面倾斜角超过 45° 的情况下，对比度比达不到 300:1，或者，因按压会产生取向混乱。

（实施例 2）

利用与实施例 1 同样的加工过程，试制具有图 9 所示结构的半透过型液晶显示装置（试作例 1~6）。各个试作例的凹部的形状因子和面板特性如表 1 所示。

研究了最大内径宽 D_C (μm) 相对于像素矩边间距 P_S (μm) 之比 D_C / P_S 和凹部深度 h (μm) 相对于层间绝缘膜（像素内平坦部） I_d (μm) 之比 h / I_d 的优选条件。

另外，作为液晶面板特性，同时一并记述了评价相对于基准背光（ $2000\text{cd} / \text{m}^2$ ）的施加 4V 电压时的透过率及施加 4V 电压时的正面对比度比和耐冲击性的结果。

透明率设计值为 4.0%，下限允许值为 3.6%。正面对比度比设计值

为 300，下限允许值为 270。另外，在耐冲击性评价中，在用 1kgf/cm^2 的压力加压板后，评价至取向回复（回到原来的取向状态）的时间。在 1 分钟内从不良取向复原至正常取向时为○，在 1-5 分钟内从不良取向复原时间为△，在经过 10 分钟后，取向混乱文残留时为 X。

表1

	D_c/P_s	h/Id	透过率(%)	正面CR	耐冲击性
试作例1	0.1	0.4	4.2	315	△
试作例2	0.1	0.6	4.0	305	○
试作例3	0.38	0.6	3.7	270	○
试作例4	0.43	0.6	3.3	260	○
试作例5	0.1	0.75	3.6	270	○
试作例6	0.1	0.85	3.4	245	○

从表1的结果可看出，规则地配置在像素内液晶区域的大致中心处的凹部的最大内径 D_c 和深度 h 越大，随着有效开口率减少，由于透过率降低以及凹部侧面上的液晶分子倾斜影响而容易引起光泄漏，因而正面CR降低。另一方面，在表1所示的试制例中，即使按压产生取向不良，从在5分钟内复原的事实可以确认到，本发明的凹部配置对耐冲击性的效果很大。并确认到不光滑感也被大大改善的效果。

（比较例1）

利用结构与实施例的液晶板相同的液晶板，制造 ECB 模式的均匀取向的液晶显示板。在比较例1的液晶板上不作出壁结构体和像素电极的开口部或切口部。另外，比较例1的液晶板不用实施例的液晶板的垂直取向膜，而利用水平配置取向膜，在液晶层中注入介电率各向异性为正的液晶材料(Δn : 0.07, $\Delta \epsilon$: 8.5)，形成均匀取向的液晶层。透过区域的液晶层厚度 $d_t=4.3\ \mu\text{m}$ ，反射区域的液晶层厚度 $d_r=2.3\ \mu\text{m}$ 。

将由包含偏光板，和 $1/4$ 波长板等的相位差板的多个光学层构的光学滤光器配置在该液晶显示板的两个表面上，得到比较例1的液晶显示装置。

将驱动信号加在比较例1的液晶显示装置上(液晶层上加 4V)，利用与实施例相同的评价方法，评价显示特性。

透过显示下的视野角特性为 $CR > 10$ 的区域为 $\pm 30^\circ$ ，灰度等级反转显著。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，则大约为 9.3%(开口率 100%的换算值)，反射显示的对比度值为 8，与垂直模式的实施例比较，显示图象泛白对比度低。

这样，本发明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已知的技术比较，通过在透过显示和反射显示中使用垂直取向模式，在透过和反射二种显示中，都可得到良好的对比度比。

本发明的实施例中，由于只在单侧的基板(在例示中，为有源矩阵基板)上配置液晶区域取向的限制结构(壁结构件和开口部或切口部)，另外，通过将壁结构体与层间绝缘膜作成一体，而且与反射部分的微细凹凸形状形成和接触孔形成工序成批地连续形成。因此，制造过程可以简单。另外，利用壁结构体和开口部或切口部的取向限制力，可以在没有磨擦的工序中，限制施加电压时液晶分子的倾倒方向。另外如本发明实施例所示，通过设置液晶区域的取向限制结构，由于在施加电压时，可以在每个像素中形成多个轴对称取向的液晶区域，可以实现全方位的广视野角特性。

在上述实施例中，表示了具有垂直取向型液晶层的液晶显示装置中形成轴对称取向区域的结构，通过改变作在层间绝缘膜上的凹部的形状和配置，(如特开平11-242225号公报所述那样)，可以适用于MVA型液晶显示装置。

以下，参照附图，说明本发明第4个方面的实施例的液晶显示装置。

首先，参照图31-图34说明本发明的第4个方面的实施例的液晶显示装置中形成轴对称取向的机理

图31为说明在像素电极4006上作出的第一开口部4014和第二开口部4013产生取向限制力的作用的图；图31(a)为示意性表示不施加电压时，图31(b)为施加电压时液晶分子的取向状态。图31(b)所示的状态的显示中间色调的状态。图32为从基板法线方向看中间色显示状态的液晶分子的取向状态的图(平面图)，表示一个像素的一部分。

图31所示的液晶显示装置，在透明基板4001上，依次具有作有第

一开口部4014和第二开口部4013的像素电极4006，和取向膜4012。在另一个透明基板4017上依次形成对向电极4019和反向膜4032。设在二个基板之间的液晶层4020包含具有负的介电各向异性的液晶分子4021。

如图31(a)所示，当不施加电压时，由于垂直取向膜4012和32的取向限制力，液晶分子4021与基板表面大致垂直取向。另外，利用第一开口部4014和第二开口部4013，在垂直取向膜4012的表面上形成凹部，在该凹部附近，液晶分子4021与凹部的侧面大致垂直取向。为了简单，图中省略。又如图32所示，设置配置在矩形部分上的4个第二开口部4013，构成十字，在4个第二开口部4013的中心附近，作出园形的第一开口部4014。即：形成对第一开口部4014大致为点对称配置的4个第二开口部4013，在像素电极4006上形成多个由一个第一开口部4014和4个第二开口部4013而形成的组合。

如图31(b)所示，当施加电压时，介电各向异性为负的液晶分子4021的分子长轴与电力线EF垂直（与等电位线平行），因此由在第一开口部4014和第二开口部4013周边上形成的倾斜电场的作用，规定液晶分子4021的倾倒方向。如图32所示，当作出十字的第二4013时，在由4个第二开口部4013实质上包围的区域上，形成轴对称取向（称为“放射状倾斜取向”）的液晶区域。（省略了一部分的液晶分子21）。由于在该轴对称取向区域内，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。另外，第一开口部4014可以固定和稳定轴对称取向的中心轴。

参照图33(a)和(b)说明第一开口部4014的作用。图33(a)为示意性地表示在第二开口部4013的中心作出第一开口部4014时的中间色调显示状态的液晶分子4021的取向状态的图。图33(b)为示意性地表示在不设第一开口部4014而只设第二开口部4013时的中间色调显示状态的液晶分子4021的取向状态的图。

首先，参照图33(b)。在第二开口部4013周边上产生的倾斜电场，使液晶分子4021从4个第二开口部4013附近开始倾斜（图33中只表示了二个第二开口部4013）。液晶分子4021的取向从4个第二开口部4013附近，向着中心位置（图32中为作出第一开口部4014的位置）传播，形

成在中心附近液晶分子4021维持垂直取向的区域（不连续区域）。由于液晶分子4021具有介电率各向异性，因此根据液晶分子4021的取向分布，在液晶层4020上形成的等电位线EQ产生变形，在液晶分子4021垂直取向的区域内，等电位线EQ上形成凹坑（凹部）。然而，由于在4个第二开口部4013附近形成的倾斜电场的液晶分子4021的取向互相抗衡产生的取向不连续性，使得该等电位线的凹坑的不稳定，形成液晶分子4021维持垂直取向的区域的位置不一定。

与此相对，如图33（a）所示，当在4个第二开口部4013的中心作出第一开口部4014时（参照图32），在第一开口部4014附近也形成倾斜电场。在与第一开口部4014对应的区域上形成等电位线EQ的凹坑。因此，轴对称取向的中心轴可在第一开口部4014内或其附近稳定地形成。

另外，第二开口部4013的矩形部分的宽度EW优选比第一开口部4014的宽度EC大。其理由可参照图34（a）和（b）说明。图34中的一个中心处的交叉的4根直线示意性地表示在交叉尼克耳棱镜下观察中间色调显示状态的像素时的消光式样。4根直线的交点表示轴对称取向的中心。

如图34（b）所示，当第二开口部4013的宽度EW与第一开口部4014的宽度EC相同时，由于由第2个开口部4013形成的等电位线的凹坑和由第一开口部4014形成的等电位线的凹坑深度相同，因此轴对称取向的中心在第二开口部4013和第一开口部4014之间形成。在此相对，如图34（a）所示，当第二开口部4013的宽度EW比第一开口部4014的宽度EC大时，由于由第二开口部4013形成的等电位线的坑的深度比由第一开口部4014形成的等电位线的坑的深度深，第二开口部4013的取向限制力占优势，因此，轴对称取向的中心稳定地固定在作在4个第二开口部4013中心的第一开口部4014上。

液晶显示装置的显示特性由液晶分子的取向状态（光学各向异性）引起，表示方位角的依存性。为了减少显示特性的方位角的依存性，优选，像素内的液晶分子，相对于全部方位角方向，用同等的概率取向。因此，第一开口部4014优选为具有形成液晶区域的形状，使在各像素区域内的液晶分子，对于全部的方位角方向，以同等的概率取向。从基板法线方向见第一开口部4014时的形状，优选具有回转对称性，

具有二次回转对称性以上的、，特别是4次回转对称性以上的高次回对称性（例如正方形或园形）优选。由于同样的理由，第二开口部4013优选相对于第一开口部4014点对称状配置。

另外，第一开口部4014的宽度EC优选在 $4\mu\text{m}$ 以下。当第一开口部4014的宽度EC比 $4\mu\text{m}$ 大时，轴对称取向区域的轴中心位置产生 $4\mu\text{m}$ 左右的偏移，由中心轴的位置偏移容易看到不光滑。通过设定第一开口部4014的宽度EC在 $4\mu\text{m}$ 以下，可以使粗糙感变的不明显。

在上述说明中，像素电极4006内作出第二开口部4013作为没有电极膜的区域，但在像素电极4006的周边作出切口部也可以。由于在像素电极4006的周边形成倾斜电场，也可以通过作出切口部规定轴对称取向区域的外延。例如，图35（a）所示，在大概二等分像素电极4006的长度方向的位置上，作出互相相对的切口部4013也可以。在图35(a)所示的像素内，利用在一对切口部4013和像素电极4006的边缘上形成的倾斜电场，形成二个轴对称取向区域。在图35中，为了简单，省略了第一开口部4014。

其次，参照图35（a）-（c），说明作出壁结构体4015作为取向限制结构的结构。图35（a）和（b）为表示在像素电极4006的中心附近，作出一对矩形切口部4013时的壁结构体4015（4015a和4015b）的配置侧的平面图。另外，所示切口部4013为在像素电极4006内作出的第二开口部4013（参照图32）也同样。

如图35（c）所示，壁结构体4015具有倾斜的侧面（壁面），倾斜侧面（正确地说是倾斜侧面上形成的垂直取向膜）产生的取向限制力（固定效果），可规定由电场引起的垂直取向型液晶层的液晶分子的倾斜方向。根据例示，当与切口部4013一起，作出壁结构体4015时，施加电压时在切口部4013周边上形成的倾斜电场产生的取向限制力，和壁结构体4015产生的取向限制力，规定液晶分子的倾斜方向，因此可使轴对称取向更稳定。另外，倾斜电场产生的取向限制力在电压低时弱，而壁结构体4015产生的取向限制力与电压无关，因此，在中间色调显示状态，也可发挥取向限制力，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位。

壁结构体4015优选包含在切口部4013的矩形部分内形成的第一壁

部分,使液晶分子在与切口部4013的产生的倾斜电场相同的方向倾斜。如图35(a)的右侧所示,在切口部4013内形成壁结构体4015b也可以。如图35(a)左侧所示,将在切口部4013内形成的壁结构体4015连接,延伸壁结构体4015a也可以。即:从基板法线方向看时,壁结构体4015如虚线所示也可以如实线所示也可以。

其次,参照图35(b)和(c)说明在矩形切口部4013内平行地设置壁结构体4015的结构。

当矩形切口部4013的宽度为EW(图35(b)),壁结构体4015的宽度为WW时,优选满足 $0.6EW < WW < 0.9EW$ 的关系。当 $0.6EW > WW$ 时,壁结构体4015产生的取向限制力对电极区域的液晶区域影响小,难以使像素电极区域的液晶区域稳定。相反,当 $WW > 0.9EW$ 时,由于制造过程的对准误差,产生壁结构体4015不能配置在切口部4013内的状态(错误对准)。由于壁结构体4015侧面附近液晶分子从垂直取向倾斜,在黑色显示状态下产生光泄漏而不佳。

另外,切口部宽度EW对透过区域的液晶层的厚度dt优选为 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 。为了在每个像素上使施加电压产生的倾斜电场使取向稳定,增大相对于液晶层的厚度dt的切口部宽度EW,即使不存在电极层的区域,也可使等电位线产生很大变形,这样,在每个像素中,取向状态可以连续。

当过分增大切口部4013的宽度EW时,像素内的显示部分变小,由于施加电压时显示装置变化的区域减小不好。另外,当减小液晶层的厚度dt时,电场(即单位 $V/\mu m$)增大,每单位厚度的电场变化量大,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(液晶层厚度)下,为了在每个像素形成良好的轴对称取向区域,而且为了尽可能地增大有效开口部率(实质上对显示有贡献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 $1.8dt < EW < 2.5dt$ 。在 $1.8dt > EW$ 的情况下,单位厚度边的电场弱,在像素中液晶的轴对称取向不稳定在多个像素之间,轴对称取向的中心的位置有偏差。相反,当 $EW > 2.5dt$ 时,切口部4013对适当的液晶层厚度过大,结果有效开口部率降低,不好。

另外,相对于液晶层的透过区域的厚度dt,壁结构体4015的高度

WH优选为 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 。当 $WH < 0.25dt$ 时，壁结构体4015产生的取向限制力弱，得不到稳定的取向状态。相反，当 $WH > 0.4dt$ 时，向基板（有源矩阵基板）4001和基板（对向基板）4017之间注入液晶材料时，规则地配置在像素电极上的壁结构体4015成为液晶注入的妨碍，注入需要时间长，或者产生注入不完全的区域的可能性高。特别是在半透过型液晶显示装置的情况下，由于光学最优设计，反射区域的液晶层厚度 dr （参照图36或图38）设定的为透过区域的厚度 dt 的一半，因此液晶材料有不能注入的可能性。因此，优选 $0.25dt < WH < 0.4dt$ 。

在上述例子中，与切口部4013对应，以设置壁结构体4015的结构作为例子，但不是仅限于此。如图35（b）所示，在包围像素电极4006的区域中设置壁结构体4015也可以。在像素电极4006的周边区域上形成TFT或栅极信号线路，源极信号线路等，或者在对向基板上形成黑色矩阵，因此成为对显示没有帮助的遮光区域。这样，在这个区域形成的壁结构体4015对显示没有不利影响。

另外，壁结构体4015也可以实质上包围形成各个液晶区域的区域（称为“子像素”）。当在每个子像素中不形成壁结构体4015时，在电压低的情况下，切口部4013产生的取向限制力不很大，不能稳定地维持液晶区域的轴对称取向的中心的位置，在多个像素之间有偏差。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作出切口部（或第二开口部），另外，与此同时，优选形成壁结构体4015。在不在透过区域和反射区域之间形成壁结构体4015的情况下，当所施加电压低时，形成壁结构体4015的区域的取向限制力比另一个区域强，轴对称取向中心的位置从透过区域或反射区域的子像素区域的中心偏移。

具体地，本发明的4第个方面的液晶显示装置具有图9所示的结构。作为液晶板1050，例如，可以使用结构与参照图38所说明的液晶显示装置4200相同的液晶板。

（透过型液晶显示装置）

首先，参照图36说明本发明的第4个方面的实施例的透过型液晶显示装置4100的结构。图36为示意性地表示透过型液晶显示装置4100的一个像素的结构的图，图36（a）为平面图，图36（b）为沿着图36（a）

的36B-36B'线的截面图。

液晶显示装置 4000 具有透明基板(玻璃基板)4110a, 与透明基板 4110a 相对设置的透明基板 4110b, 和设在透明基板 4110a 和 4110b 之间的垂直取向型液晶层 4120。垂直取向膜(图中没有示出)设在与基板 4110a 和 4110b 上的液晶层 4120 连接的面上。当不施加电压时, 液晶层 4120 的液晶分子相对于垂直取向膜的表面大致垂直地取向。液晶层 4120 包含电介质各向异性为负的向列型液晶材料, 根据需要, 还可包含手性剂。

液晶显示装置 4100 具有在透明基板 4110a 上形成的像素电极 411l 和在透明基板 4110b 上形成的对向电极 413l, 与设在像素电极 411l 和对向电极 413l 之间的液晶层 4120 来规定像素。像素电极 411l 和对向电极 413l 都由透明导电层(例如 ITO 层)制成。典型的结构是, 在透明基板 4110b 的液晶层 4120 之侧, 形成与像素对应设置的彩色光器 4130(将多个彩色滤光器归纳, 全体称为彩色滤光器层 4130), 以及设在邻接的彩色器 4130 之间, 即设置在邻接的像素之间的黑色矩阵(遮光层)4132, 并在此上形成对向电极 413l, 在对向电极 413l 上形成彩色滤光器层 4130 或黑色矩阵 4132 也可以。

像素电极4111具有在给定的位置上形成的4个切口部4113。4个切口部4113作成二对切口部4113, 将像素电极4111大致3等分。另外, 在用2对切口部4113分断的三个区域的大致中心, 分别作出第一开口部 4114。

当将给定电压加在液晶层上时, 在由二对切口部(4个切口部)4113的三个区域中, 分别形成呈轴对称取向的三个液晶区域。三个液晶区域的轴对称取向中心分别固定和稳定在第一开口部4114上。

规定液晶层4120厚度(称为单元间隙)dt的支承体4133优选在光区域中形成, 如果在遮光区域中有支承体4133, 则支承体4133可以抑制和防止降低显示品位。支承体4133可以使用感光性树脂, 利用光剂工序制成。支承体4133也可以在透明基板4110a和4110b的任一个上形成。

在透明基板4110a的液晶层 4120上设置TFT前源元件和与TFT连接的栅极线路和源级线路等回路元件(图中都没有示出), 将透明基板 4110a在其上形成的回路元件和上述像素电极4111, 支承体4133和取向

膜等归纳，称为有源矩阵基板，另一方面，将在透明基板4110b和透明基板4110b上成的彩色滤光器在层4130，黑色矩阵4132，对向电极4131和取向膜等归纳，称为对向基板或彩色滤光器基板。

另外，上述说明中省略了，液晶显示装置4100具有通过透明基板4110a和4110b互相相对配的一对偏光板，一对偏光板典型地是透过轴互相垂直地配置。另外，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。

图37(a)和(b)表示本发明的第4个方面的实施例的另一个透过型液晶显示装置4200的示意性结构。图37为示意性地表示透过型液晶显示装置4200的一个像素结构的图，图37(a)为平面图，图37(b)为沿图37(a)中的37B-37B'线的截面图。

液晶显示装置4200具有在透明基板4210a上形成的像素电极4211和在透明基板4210b上形成的对向电极4231。设在像素电极4211和对向电极4231之间的液晶层4220规定像素。像素电极4211和对向电极4231都由透明导电层(例如ITO层)构成。典型的是，在透明基板4210b的液晶层4220上形成设在与像素对应设置的彩色滤光器4230(多个彩色滤光器中，全体称为彩色滤光器层4230)和相邻的彩色滤光器层4230之间(即相邻的像素之间)的黑色矩阵(遮光层)4232。在黑色矩阵上形成对向电极4231，在对向电极4231上(液晶层4220)形成彩色滤光器层4230和黑色矩阵4232也可以。

像素电极4211具有在给定位置上形成的二个切口部4213。二个切口部4213作为一对切口部4213二等分像素电极4211，另外，在用一对切口部4213的二个区域的大致中心形成第一开口部4214。另外，在透明基板4210a的液晶层4220上设有壁结构体4215。壁结构体4215包含包围像素电极4211的壁部分和在矩形的切口部4213内，与它平行作出的壁部分，和连结这些壁部分延伸的壁部分。

当在液晶层上加给定电压时，在由壁结构体4215包围的区域内形成分别呈轴对称取向的二个液晶区域。这里所示的壁结构体4215为连续的壁，但不是仅限于此，分断成多个壁也可以。由于该壁结构体4215规定液晶区域的边界，优选有一定的长度。在用多个壁构成壁结构中的情况下，各个壁的长度，优选比相邻的壁之间的长度长。

为了抑制和防止显示品位降低，规定液晶层4220厚度（称为单元间隙） dt 的支承体4233优选作在遮光区域中。支承体4233也可以透明基板4210a和4210b中的任一个上形成，不仅是限于如例示的设置于遮光区域上作出的壁结构体4215上。在壁结构体4215上形成支承体4233的情况下，壁结构体4215的高度和支承体4233的高度之和为液晶层4220的厚度 dt 。在支承体4233设在不形成壁结构4215的区域中的情况下，支承体4233的高度设定为液晶层4220的厚度 dt

（半透过型液晶显示装置）

其次，参照图38，说明本发的第四个方面的实施例的半透过型液晶显示装置4300的结构，图38为示意性地表示半透过型液晶显示装置4300的一个像素的结构的图，图38（a）为平面图，图38（b）为沿着图38（a）中的38B-38B'线的截面图。

该液晶显示装置4300具有透明基板(玻璃基板)4310a，与透明基板4310a相对设置的透明基板4310b，和设在透明基板4310a和4310b之间的垂直取向型液晶层4320。垂直取向膜(图中没有示出)设在与二块基板4310a和4310b上的液晶层4320连接的面上。当不施加电压时，液晶层4320的液晶分子与垂直取向膜表面大致垂直地取向。液晶层4320包含电介质各向异性为负的向列型液晶材料，根据需要，还可包含力手性剂。

液晶显示装置4300具有在透明基板4310a上作出的像素电极4311，在透明基板4310b上作出的对向电极4331，与设在像素电极4311和对向电极4331之间的液晶层4320规定像素。在透明基板4310a上形成TFT等回路元件，透明基板4310a和在其上形成的结构元件可被归纳称为有源矩阵基板4310a。

另外，典型的结构是，在透明基板4310b的液晶层4320之侧，形成与像素设置的彩色光器4330(将多个彩色滤光器归纳，全体称为彩色滤光器层4330)，和设在邻接的彩色器4330之间，即邻接的像素之间的黑色基体(遮光层)4332。在此上形成有对向电极4331，在对向电极4331（液晶层4320侧）上形成彩色滤光器层4330或黑色矩阵4332也可以。将透明基板4310b和在其上形成的结构元件归纳，称为对向基板（彩色滤光器层）4310b。

像素电极 4311 具有由透明导电层(例如 ITO 层)构成的透明电极 4311a 和包含金属层(例如 Al 层, 含有 Al 的合金层, 和包含它们中任何一个的层叠膜)构成的反射电极 4311b。结果, 像素包含由透明电极 4311a 规定的透明区域 A, 和由反射电极 4311b 规定的反射区域 B。透明区域 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 4311 具有在给定位置作出的 4 个切口部 4313。4 个切口部 4313 作为二对切口部 4313, 将像素电极 4311 大致分割成三部分。在被二对切口部 4313 的三个区域大致中心, 作出第一开口部 4314。

另外, 在透明基板 4310a 的液晶层 4320 之侧设有壁结构体件 4315。壁结构体 4315 包含包围像素电极 4311 的壁部分和在矩形的切口部 4313 内, 与它平行作出的壁部分, 和连结这些壁部分延伸的壁部分。在由壁结构体 4315 包围其周围的同时, 像素电极 4311 被分断成三个区域。

当在液晶层上加给定电压时, 在由二对切口部(4个切口部) 4313 和壁结构体 4315 分断的三个区域上, 分别形成呈轴对称取向的三个液晶区域(透过区域 A 内二个反射区域 B 内 1 个)。切口部 4313 和壁结构体 4315 规定液晶区域的外延, 三个液晶区域的轴对称取向中心固定和稳定在第一开口部 4314 上。

这里所示的壁结构体 4315 为连续的壁, 但不是仅限于此, 分断成多个壁也可以。由于该壁结构体 4315 规定液晶区域的边界, 优选有一定的长度。在用多个壁构成壁结构中的情况下, 各个壁的长度, 优选比相邻的壁之间的长度长。

图 38 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, 从视野角特性和取向稳定性的观点来看, 各个液晶区域优选大致为正方形。

为了抑制和防止显示品位降低, 规定液晶层 4320 厚度(称为单元间隙)的支承体 4333 优选作在遮光区域中。支承体 4333 可利用感光性树脂通过光刻工序制成, 支承体 4333 也可以在透明基板 4310a 和 4310b 中的任一个上形成, 而不仅是限于如例示的设置在遮光区域上作出的壁结构体 4315 上。在壁结构体 4315 上形成支承体 4333 的情况下, 壁结构体 4315 的高度和支承体 4333 的高度之和为液晶层 4320 的厚度 dt 。在支

承体4333设在不形成壁结构4315的区域中的情况下，支承体4333的高度为液晶层4320的厚度 dt 。

其次，说明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4300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 4320，而在反射模式的显示中，显示用的光二次通过液晶层 4320。因此，如图 38(b)示意性地所示，优选，使透过区域 A 的液晶层 4220 的厚度 dt 大约为反射区域 B 的液晶层 4220 的厚度 dr 的 2 倍，通过这种设定，可使液晶层 4320 给与二个显示模式的光的阻滞大致相等。优选是 $dr=0.5dt$ ，但在 $0.3dt < dr < 0.7dt$ 的范围内，可以实现二个显示模式下的好的显示。根据用途不同，也可以 $dt=dr$ 。

在液晶显示装置 4300 中，由于使反射区域 B 的液晶层 4220 的厚度比透过区域 A 的液晶层的厚度小，因此可以只在玻璃基板 4310b 的反射区域 B 中设置透明的电介质层 4334。当采用这种结构时，由于不需要在反射电极 4311b 下面使用绝缘膜等来设置台阶，因此有源矩阵基板 4310a 的制造简单，这是优点。另外，当在为了调整液晶层 4320 的厚度而设置的台阶的绝缘膜上设置反射电极 4311b 时，覆盖绝缘膜的斜面(锥度部分)的反射电极，遮住透过显示使用的光；或者由绝缘膜的斜面上作出的反射电极反射的光，反复进行内部反射，因此在反射显示中的产生不能有效地利用的问题。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，当使用具有使光散射功能(扩散反射功能)者为该透明电介质层 4334 时，即使不将扩散反射功能赋与反射电极 4311b，也可实现接近纸白色的白色显示。即使不将光散射能给与透明的电介质层 4334，通过在反射电极 4311b 的表面上作出凹凸形状，也可实现接近纸白色的白色显示。但凹凸形状可使轴对称取向的中心轴的位置不稳定。与此相对，如果使用具有光散射能的透明电介质层 4334 和具有平坦表面的反射电极 4311b，则反射电极 4311b 上作出第一开口部 4314 可使中心轴的位置更可靠地稳定。另外，为了将扩散反射功能赋与反射电极 4311b 而在其表面上作出凹凸时，优选使凹凸形状为连续的波状，以不产生干涉色，使轴对称取向的中心轴稳定。

另外，在透过模式下的显示中使用的光只一次通过彩色滤光器层4330，而在反射模式的显示中，显示的光二次通过彩色滤光器层4330。因此，当使用在透过区域A和反射区域B中光学浓度相同的彩色滤光器层作为彩色滤光器层4330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，优选使反射区域的彩色滤光器层的光学浓度比透过区域的彩色滤光器层小。这里所述的光学浓度为成为彩色滤光器层的特征的特性值，如果彩色滤光器层的厚度减少，则可减少光学浓度，或者，滤光器层的厚度不变，降低添加的色素浓度，也可以减小光学浓度。

以下，具体说明试制的液晶显示装置的显示特性。

(实施例3)

在形成信号线和TFT（薄膜晶体管）的有源矩阵基板上，形成如图39（a）所示的像素电极（ITO层：透明电极）4006。第一开口部4014作成真圆，宽度（内径）EC为 $3\mu\text{m}$ 。另外，矩形的切口部4013的宽度EW= $8\mu\text{m}$ 。相邻像素有4006间的间隙= $8\mu\text{m}$ 。第一开口部4014配置在由切口部4013分断的区域（子像素）的大致中心。在像素电极4006的周边形成规定单元的支承体。该支承体的高度= $3.6\mu\text{m}$ 。

在以上这样制成的有源矩阵基板和彩色滤光器层，形成电极层的对向基板（彩色滤光器基板）上涂布垂直配向剂，经过烧结，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有负的介电率各向异性的液晶材料（ $\Delta n=0.101$ ， $\Delta\epsilon=-5.0$ ）密封，制成液晶显示元件。接着，在该液晶显示装置的构成基板的两个表面上配置光学薄膜得到液晶显示装置。

本实施例的液晶显示装置的结构为从观察者看顺序层叠偏光板(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(上侧为彩色滤光器基板，下侧为有源矩阵基板)，光学各向异性为负为相位差板(相位差板3(NR板))，1/4波长板(相位差板4)，偏光板(背灯一侧)的结构。另外，在液晶层上下的1/4波长板(相位差板1和相位差板4)中，使迟相轴互相垂直，各自的相位差为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)的光轴

(与薄膜面垂直)与薄膜面平等的方向上的)相位差为 135nm。另外,在二块偏光板(观察侧和背灯侧)中,使吸收轴垂直配置。

将驱动电压加在液晶显示装置上(加 4V 在液晶层上)评价显示特性。实施例 3 的液晶显示装置具有如图 40 所示的良好的电压-透过率特性。另外,透过显示下的视角-对比度特性的结果,与图 11 所示同样。在透过显示下的视野角特性几乎在全方位上为对称的特性。 $CR>10$ (粗线区域)的区域 $\pm 80^\circ$ 良好。透过对比度在正面为 300:1 以上,很高。另外,中间色调的响应速度在 8 个灰度等级的 6 \rightarrow 7 灰度等级(接近黑色的低电位)响应的响应时间为 40msec,实用上没有问题。

(实施例4)

在有源矩阵基板上形成图39(b)所示的透明电极(ITO图形)4006a和反射电极(Al图形)4006b。透过电极4006a规定透过区域,反射电极4006b规定反射区域B。这时,第一开口部4014的宽度(内径)= $3\mu\text{m}$,切口部或第二开口部4013的矩形部分的宽度= $8\mu\text{m}$,相邻的像素电极4006之间的间隔= $8\mu\text{m}$ 。壁结构体4015的宽度= $6\mu\text{m}$ 。在显示外区域上形成单元间隙厚度设定用的支承体。支承体的高度= $3.6\mu\text{m}$ 。

在形成彩色滤光器层作为有源矩阵基板的对向基板后,在反射区域形成约 $1.8\mu\text{m}$ 厚的台阶,在该基板上形成ITO电极层,制造对向基板(彩色滤光器基板)。在该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。贴合这些基板。注入具有负的介电率各向异性的液晶材料,密封制造液晶显示元件。这时,在彩色滤光器基板上形成的台阶 $1.8\mu\text{m}$ 和单元间隙调整用的支承体 $3.6\mu\text{m}$,使透过区域的液晶层厚度= $3.6\mu\text{m}$,反射区域的液晶层厚度= $1.8\mu\text{m}$ 。以后,与实施例3同样,根据光学薄膜设定,将薄膜贴在液晶显示元件上,制造液晶显示装置。得出的液晶显示装置具有图41所示的良好的电压-透过率特性和电压-反射率特性。透过区域的特性大致与实施例3同样具有良好的显示特性。取标准扩散板作为基准,反射区域的特性约为8.5%(换算为开口部率100%),对比度为20。

(实施例5)

如图42所示,在有源矩阵基板上形成与实施例3同样的像素电极(ITO电极)4006后,除切口部4013和第一开口部4014外,形成壁结构

体4015。第一开口部4014作成真圆，其宽度（内径） $EC=3\ \mu\text{m}$ 。矩形切口部4013的宽度 $EW=8\ \mu\text{m}$ 。相邻像素电极4006之间的间隙 $=8\ \mu\text{m}$ 。壁结构体4015的宽度 $=6\ \mu\text{m}$ 。在与壁结构体4015不同的地方（遮光部），形成规定单元厚度的支承体。该支承体的高度 $=4.0\ \mu\text{m}$ 。以后的工序与实施例3同样进行，制造液晶显示装置。

本实施例的液晶显示装置的视野角特性与实施例3同样，在全方位为对称性。极角 80° 时 $CR>10$ 以上。响应特性在响应8个等级中6 \rightarrow 7灰度等级（接近黑色的低电压）的响应时间为25msec。即使作为电力线产生取向限制力低的状态的中间色调显示，壁结构体4015也可发挥取向限制力。因此比没有壁结构体4015的实施例3具有稍更高的响应性。

（比较例2）

在有源矩阵基板上形成图43所示的像素电极（ITO层：透明电极）4006。这时，第一开口部4014作成真圆，其宽度（内径） $EC=8\ \mu\text{m}$ 。矩形切口部4013的宽度 $EW=6\ \mu\text{m}$ 。相邻的像素电极4006之间的间隙与实施例3相同为 $8\ \mu\text{m}$ ，其余工序与实施例3同样进行，制造液晶分子显示元件。再贴上与实施例3同样的光学薄膜设定的薄膜液晶显示装置。

将规定的驱动信号加到所得到的液晶显示装置上时，从正面观察没有问题，但从广视野角侧的观察中，当全体面上进行相同的显示时（全画面显示时），便观察到不光滑（显示不均匀）。在偏光显微镜的尼科耳棱镜下观察像素的取向状态时，在白-亮灰色的取向的状态中，轴对称取向的中心轴位置，与形成第一开口部4014的位置（子像素的中心）偏离，其位置在各个像素中不均一。这是因为由于第一开口部4014产生的等电位线的凹坑比切口部4013产生的等电位线的凹坑深，因此轴对称取向区域的端部（边界）由作在子像素的中心的开口部4014形成，从而轴对称取向的中心轴位置偏离子像素的中心。

（参考例1）

在有源矩阵基板上形成图44所示的像素电极（ITO层：透明电极）4006。这时，第一开口部4014作成真圆。其宽度（内径） $EC=3\ \mu\text{m}$ 。矩形切口部4013的宽度 $EW=8\ \mu\text{m}$ 。相邻像素电极4006之间的间隙与实施例3相同为 $8\ \mu\text{m}$ 。但第一开口部4014与实施例3不同，配置在偏离由

切口部4013分断的子像素的中心的位臵上。使用该有源矩阵基板，经过与实施例3同样的工序，制造液晶显示装置。

将规定的驱动电压信号加到得到的液晶显示装置上，评价视野角特性的结果，如图45所示，不在全方位方向，而在偏的方向上有对比度比高的特性。这是因为由于形成了在偏离子像素的中心的位臵作出的第一开口部4014上具有中心轴的轴对称取向区域，从而只在一个方向有良好的视野角特性。根据液晶显示装置的用途会要求具有良好的视野角特性，一般而言，具有如实施例3之在全方位对称的视野角特性为优。

如上所述，根据本发明的第4个方面，利用只在单侧的基板上设置轴对称取向的取向限制结构的较简单的结构，便可使液晶取向稳定化，从而可提供具有较现有技术同等以上的显示品位的液晶显示装置。

产业上利用的可能性

如上所述，本发明的液晶显示装置，可用比较简单的结构实现显示品位好的液晶显示装置。本发明适用于透过型和半透过型（透过和反射两用）的液晶显示装置。特别是，半透过型液晶显示装置可作为移动电话等移动机器上的显示装置。

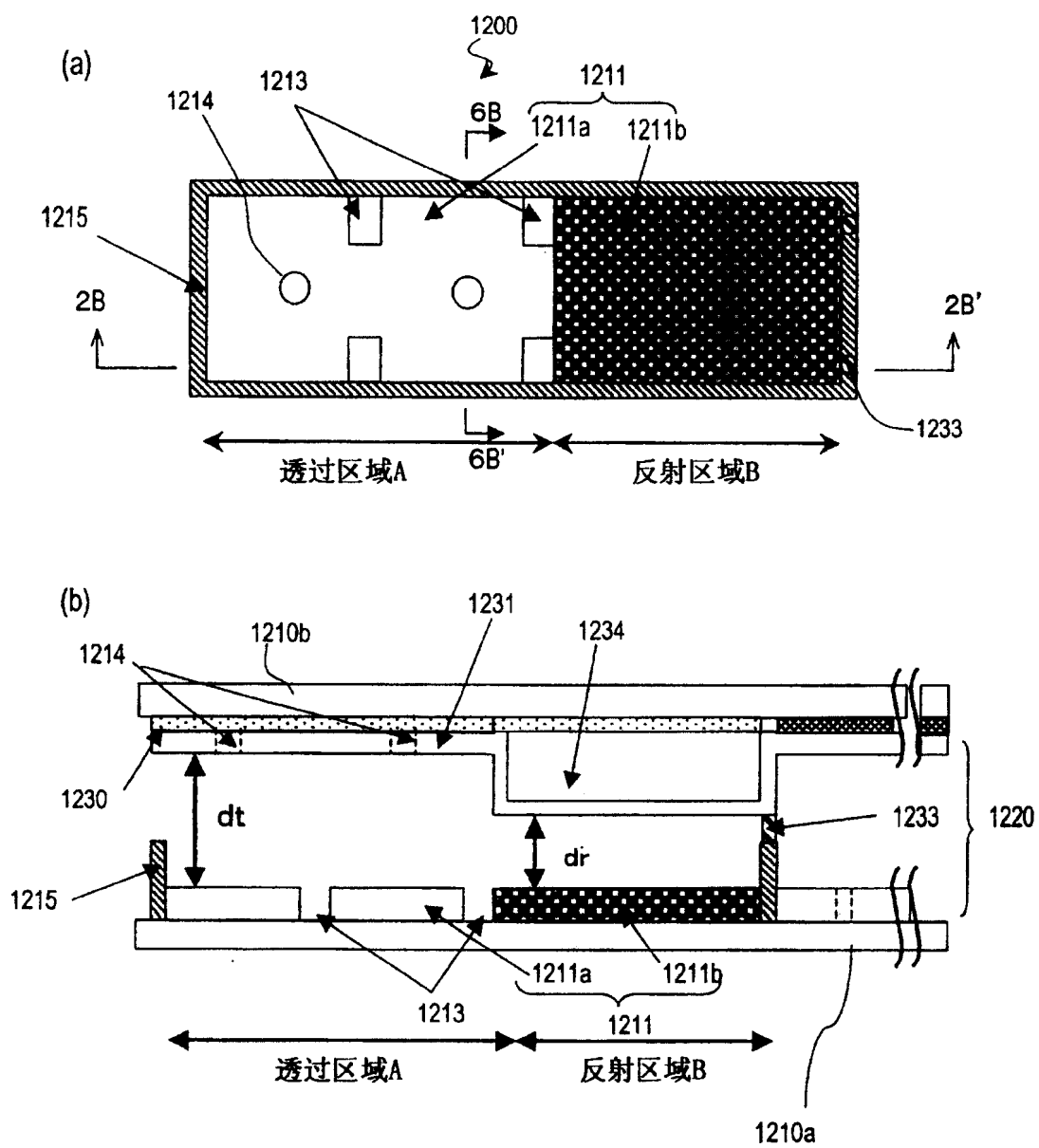


图2

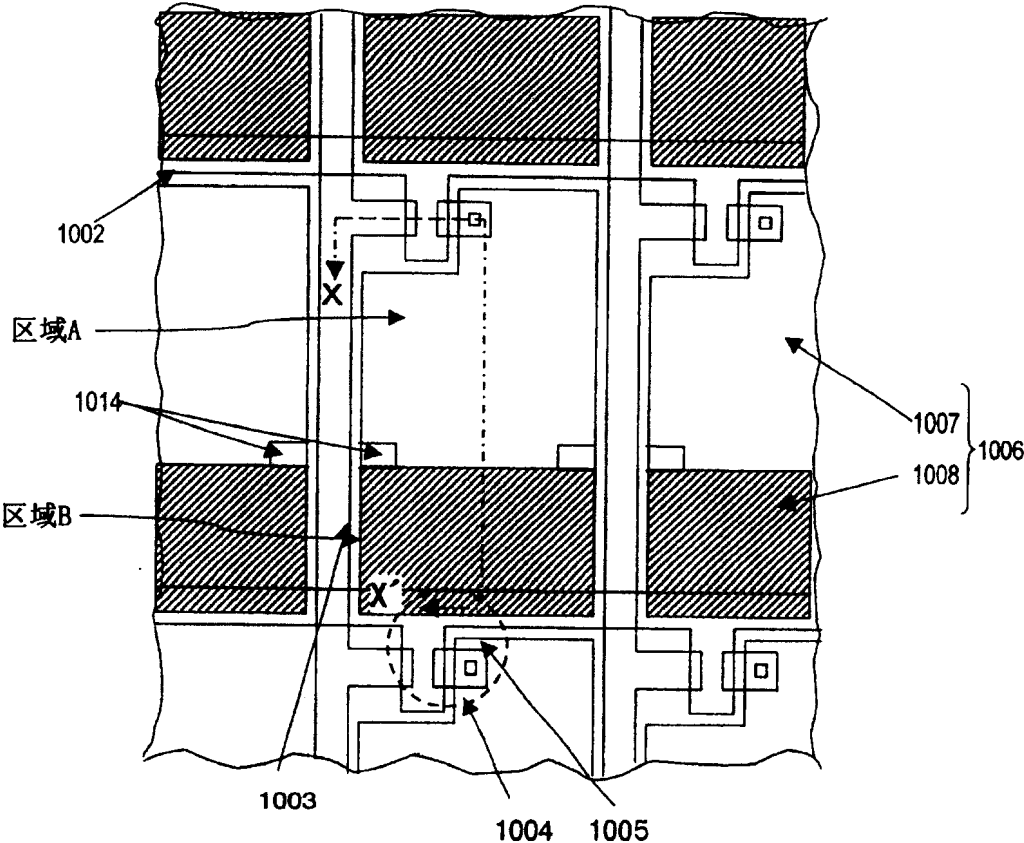


图3

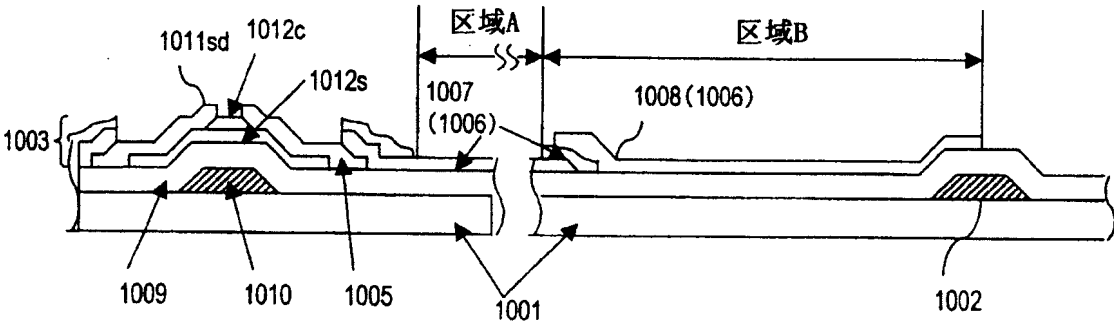


图4

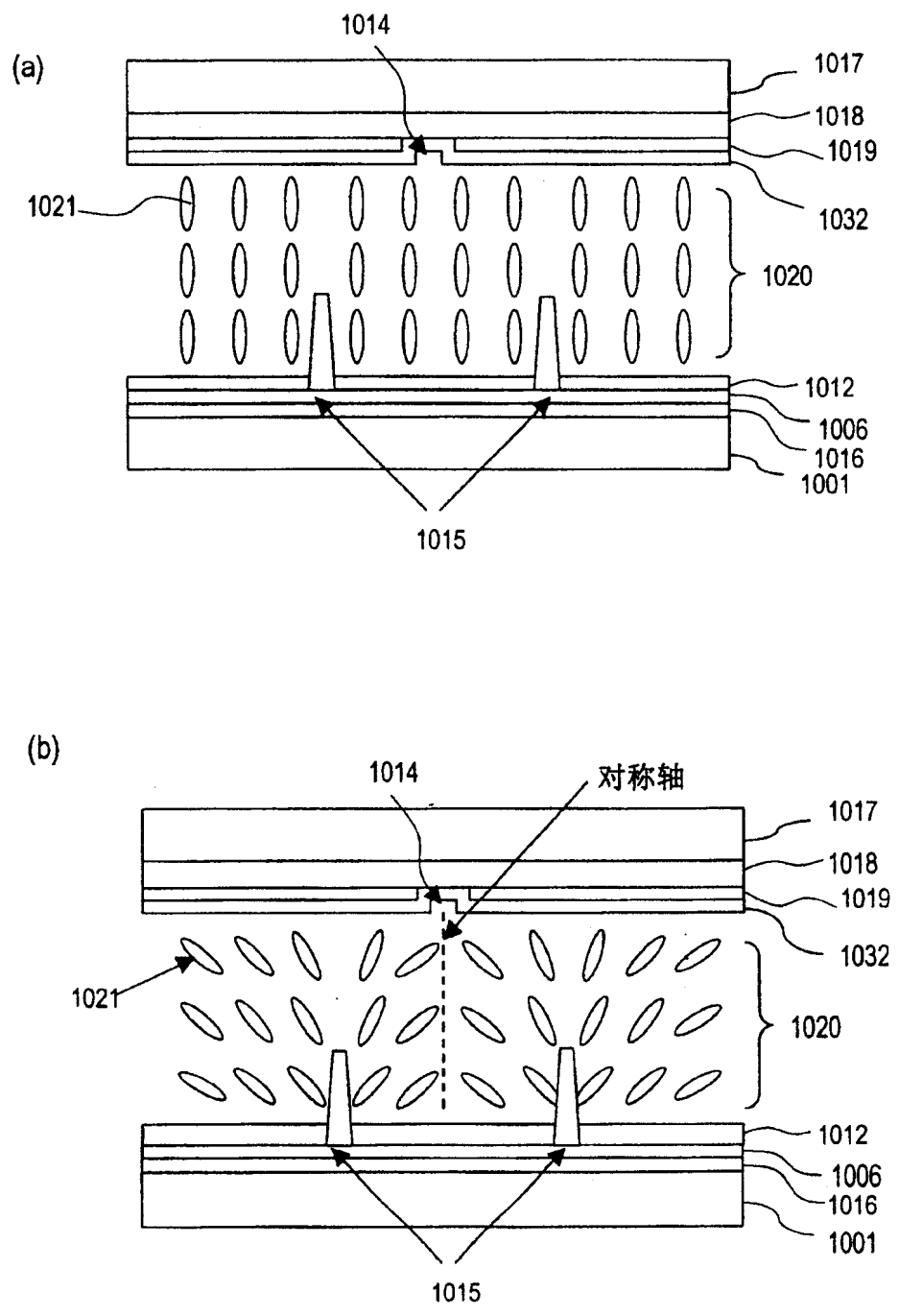


图5

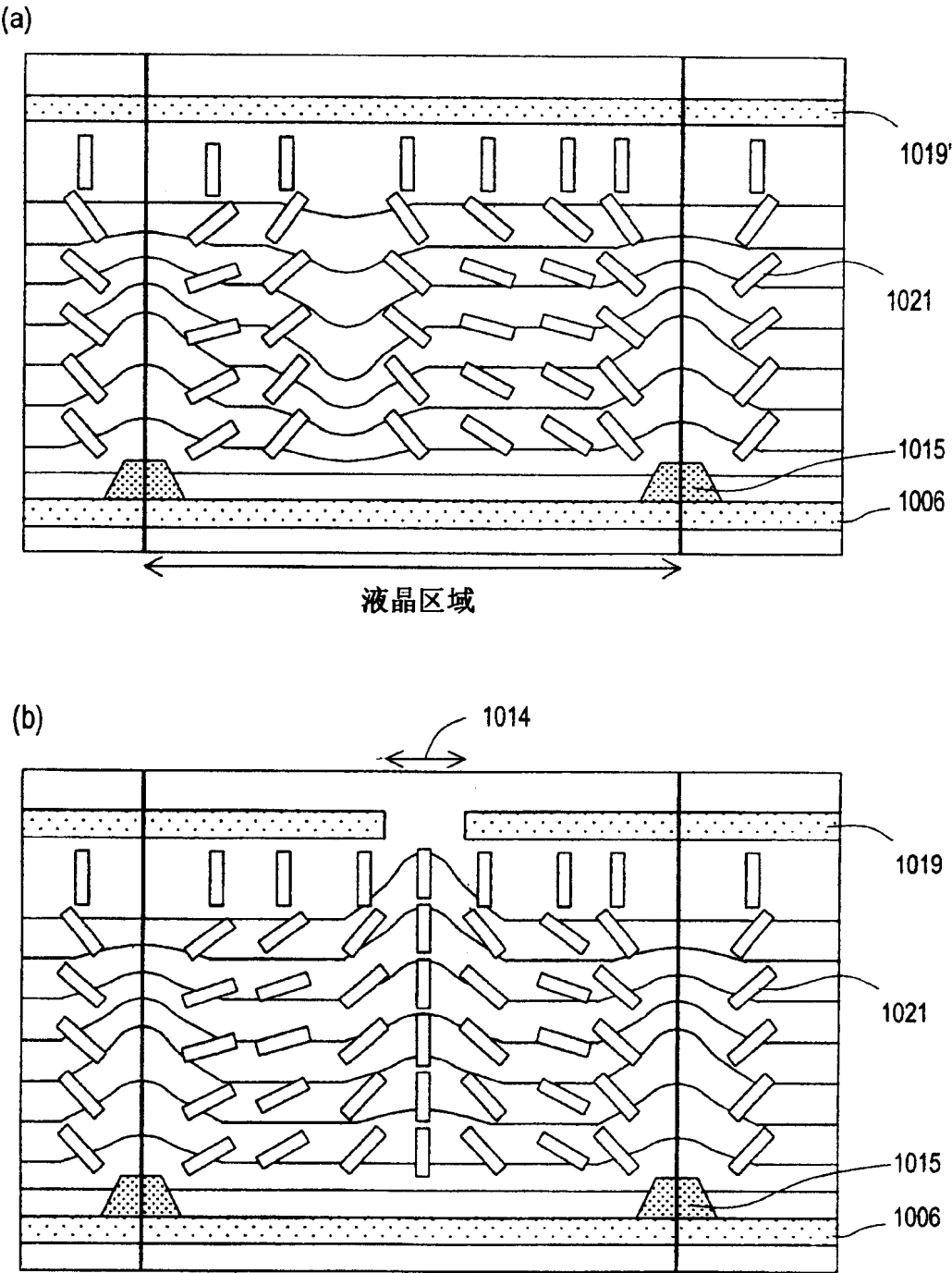


图6

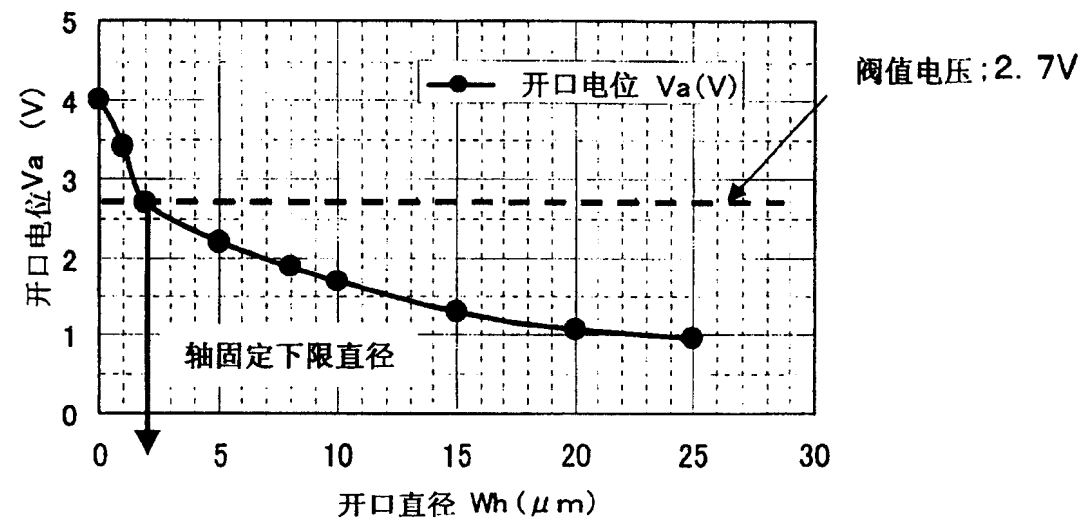


图7

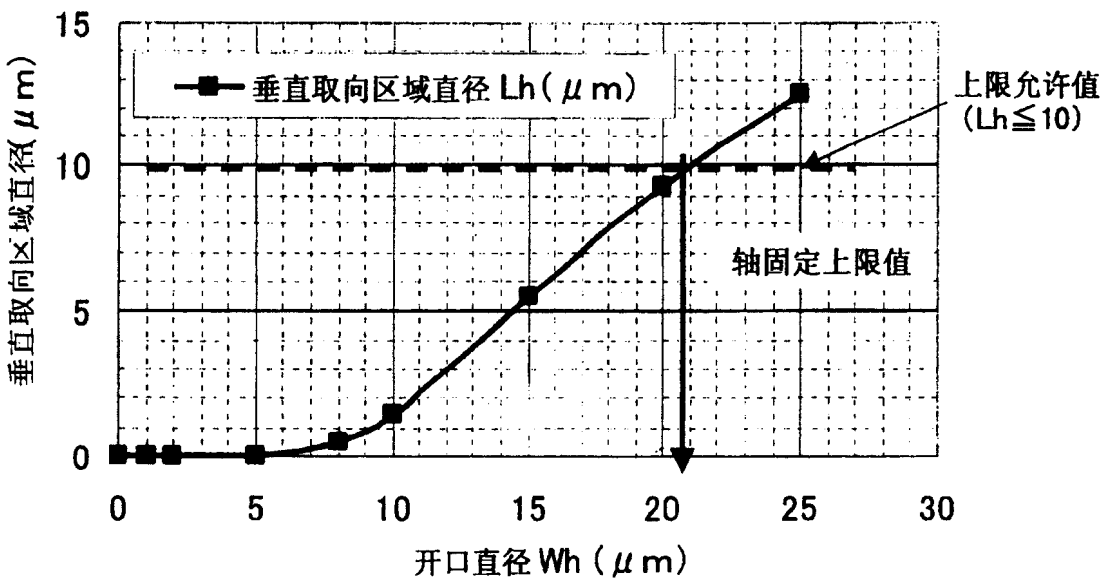


图8

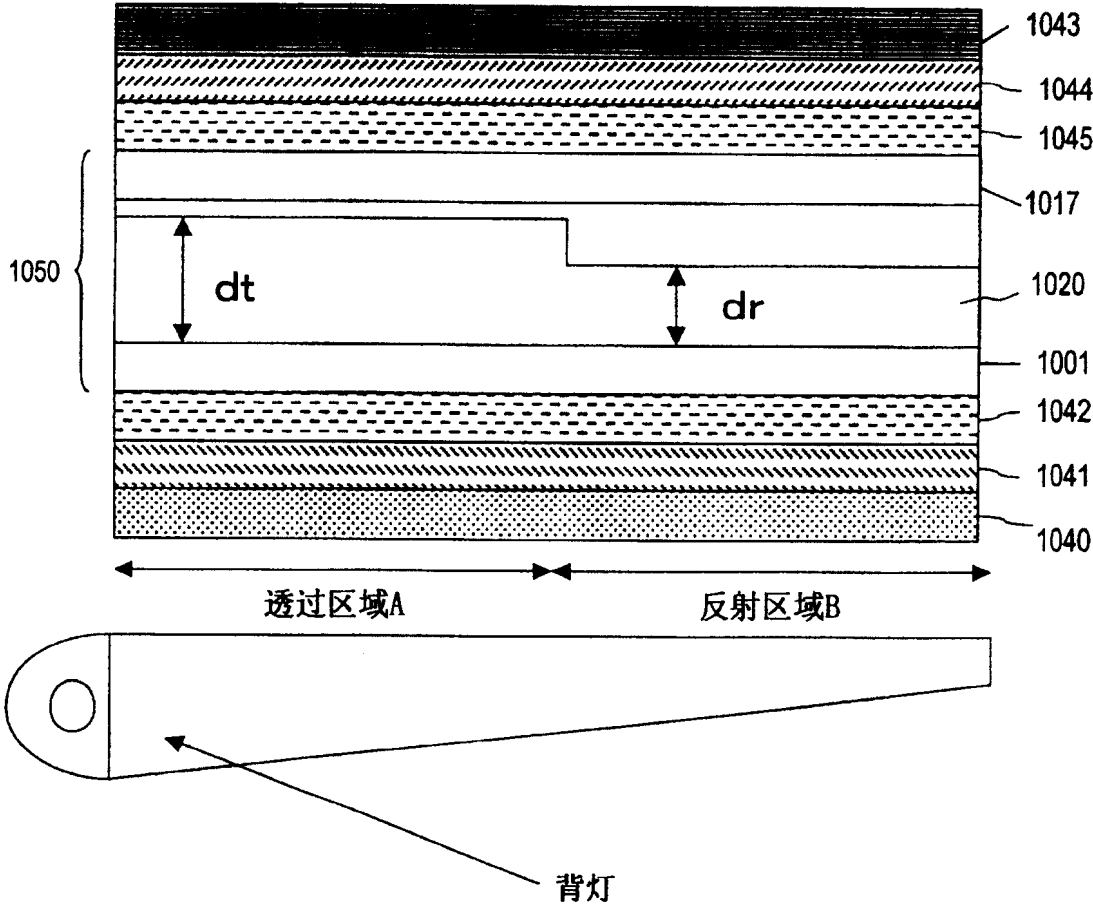


图9

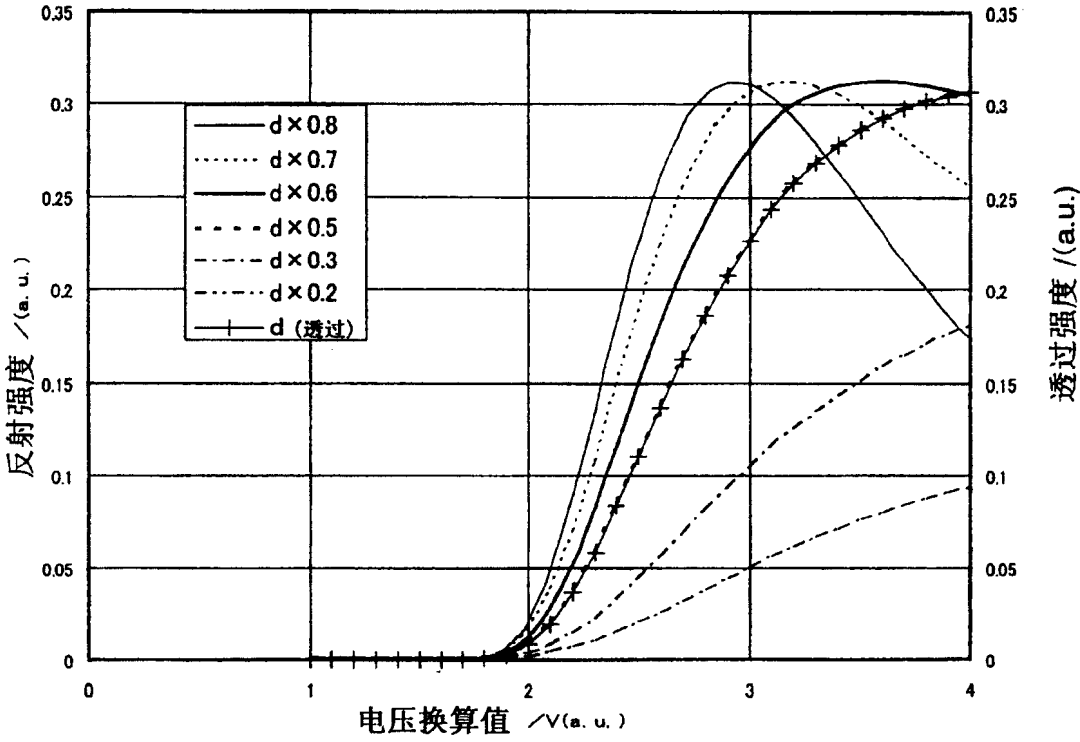


图10

CR>10

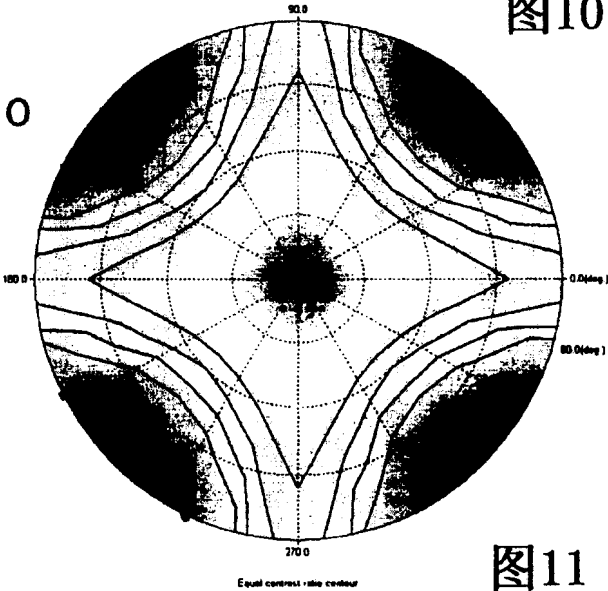


图11

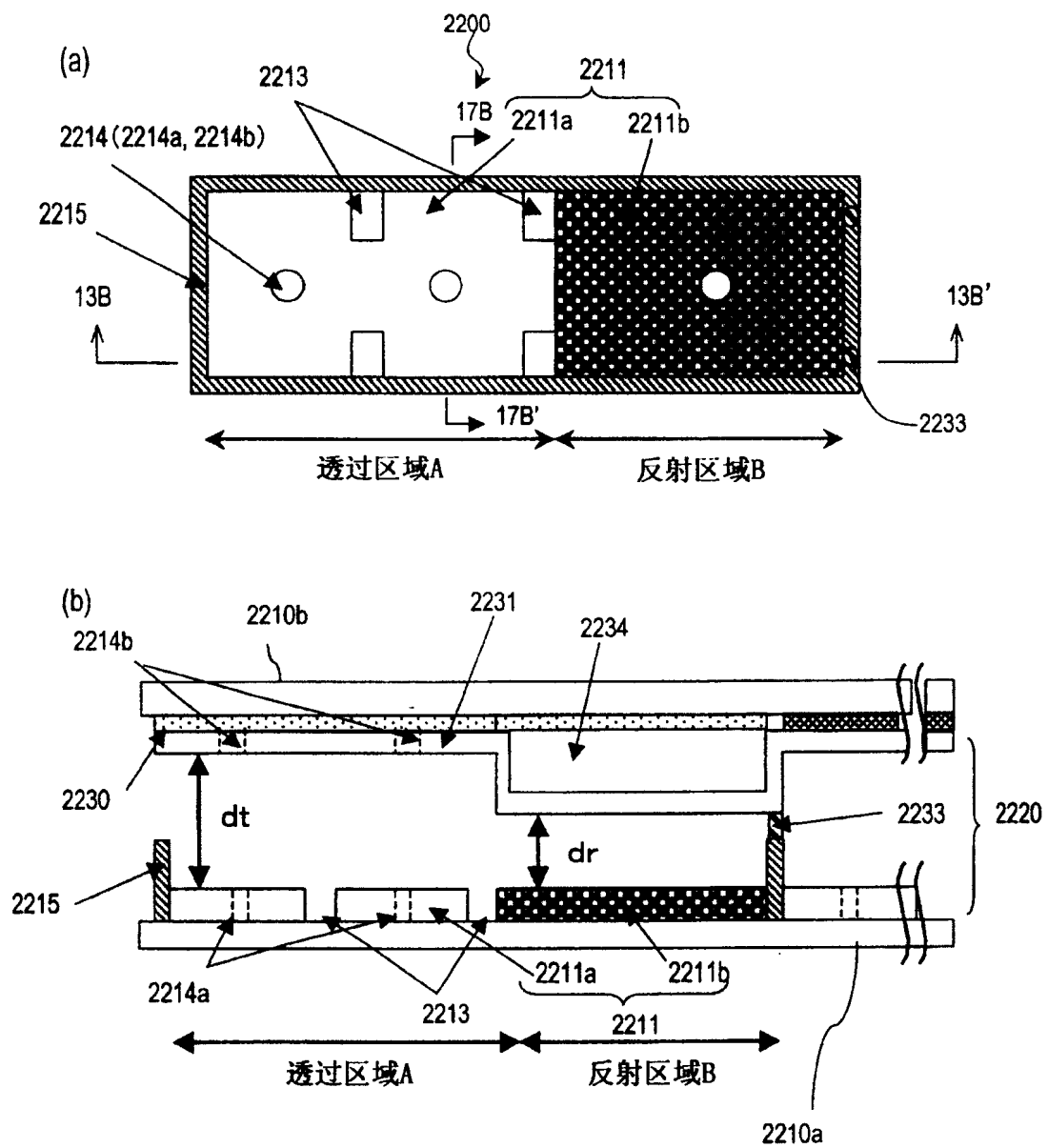


图13

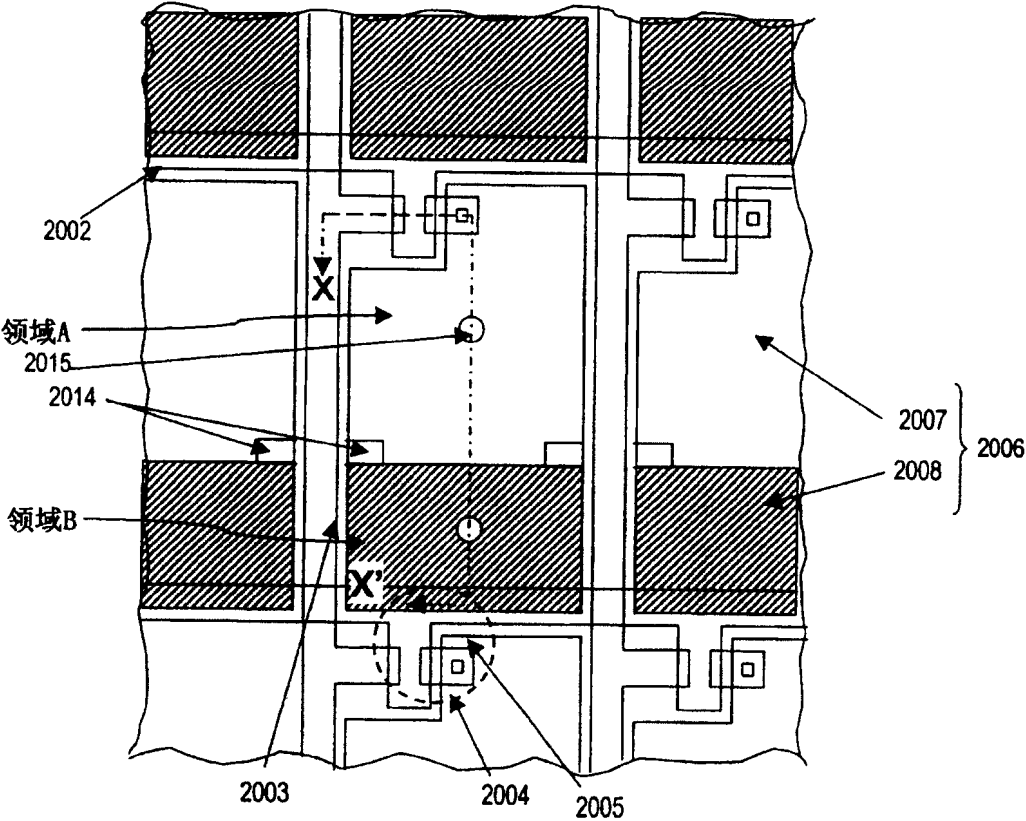


图14

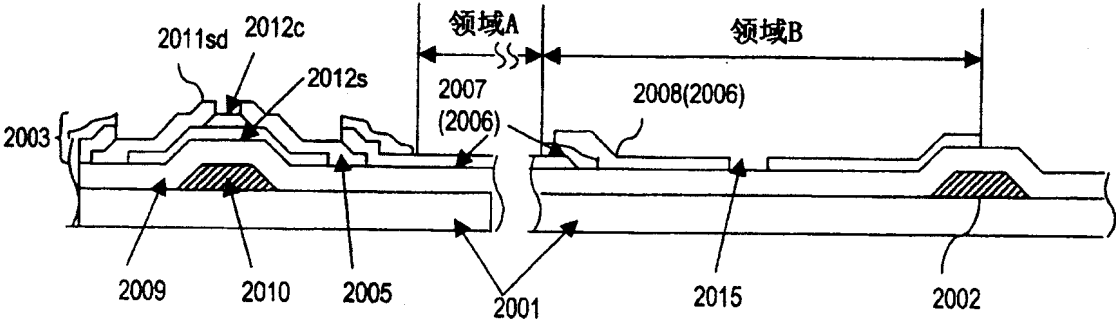


图15

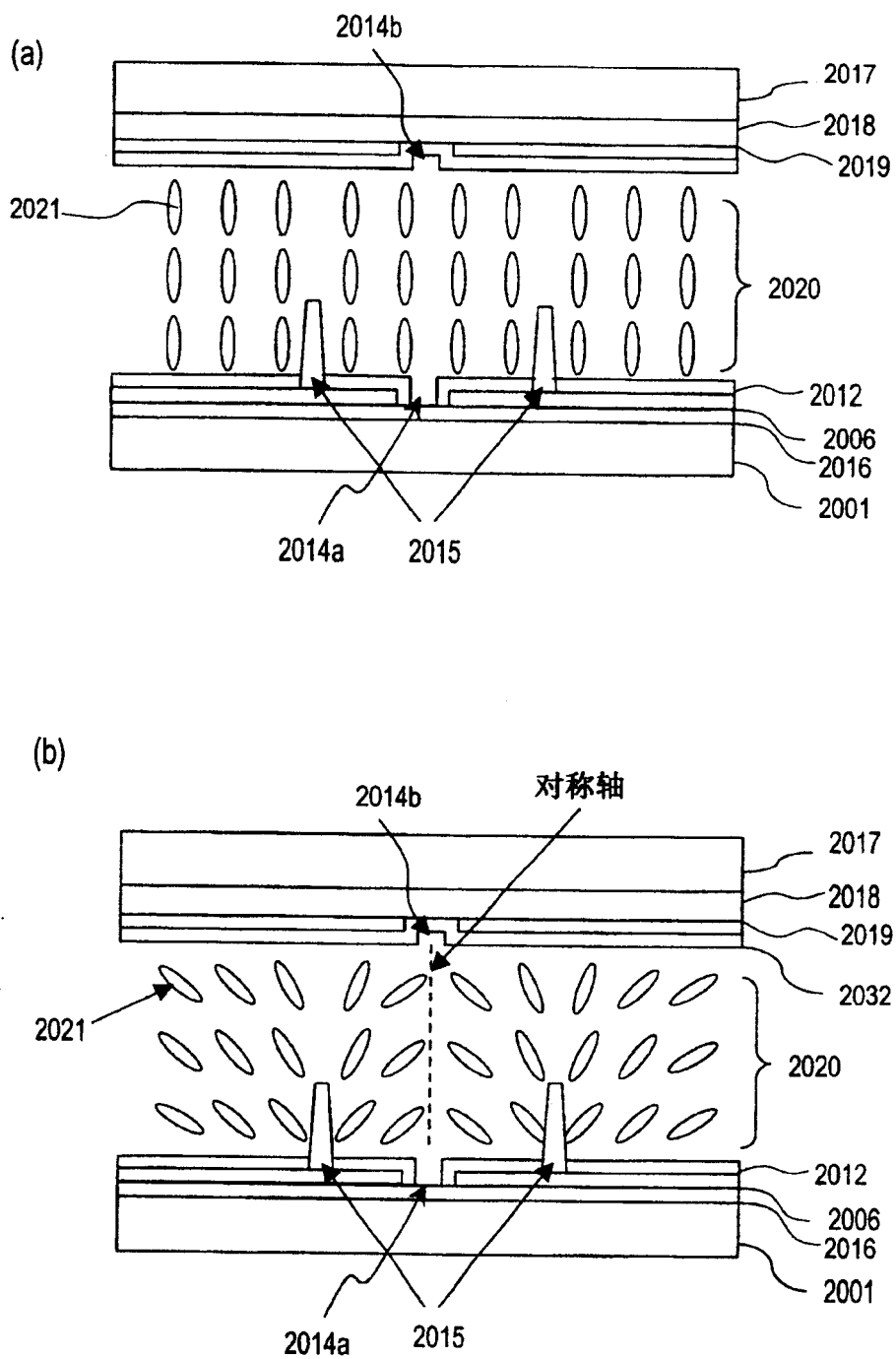


图16

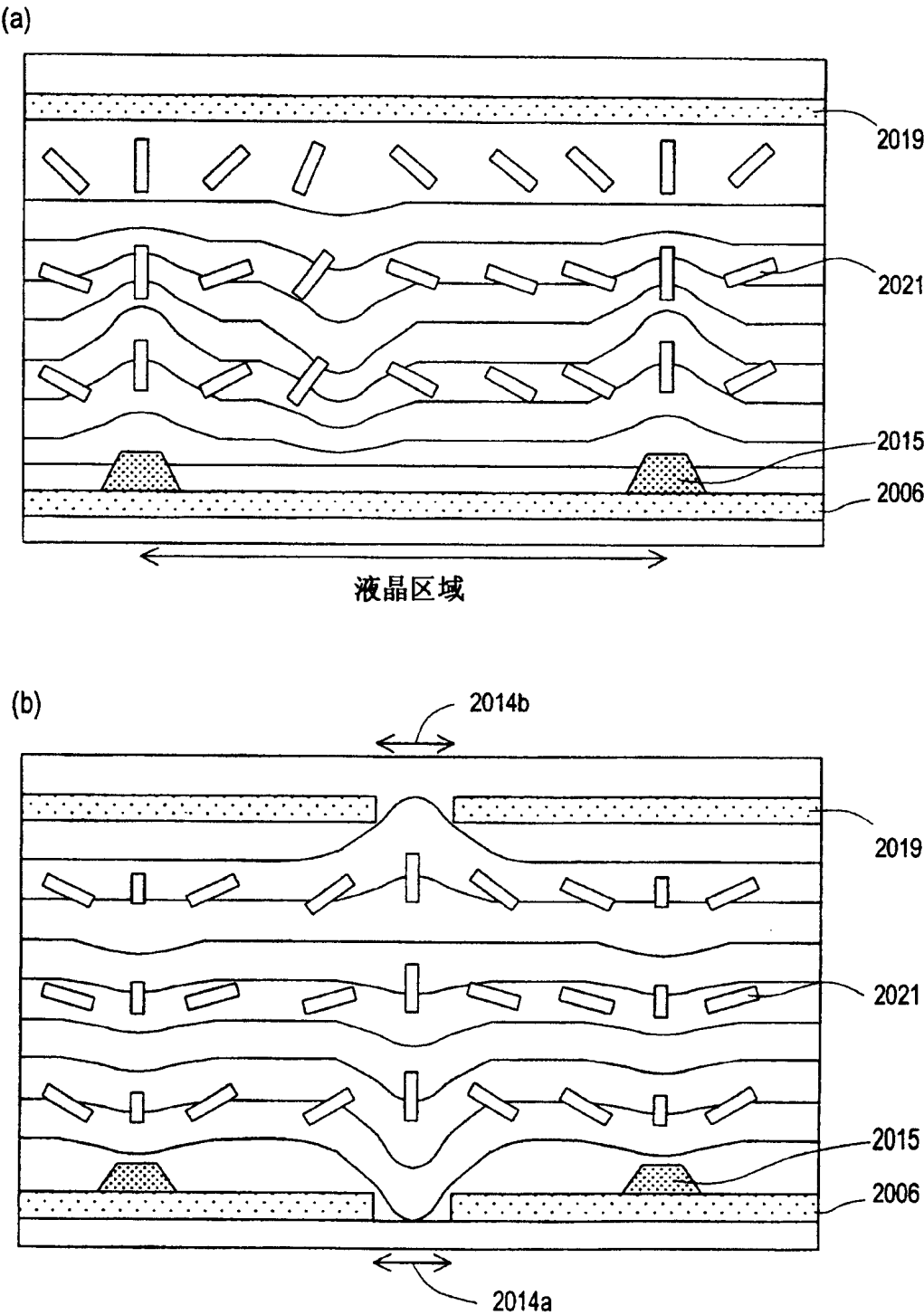


图17

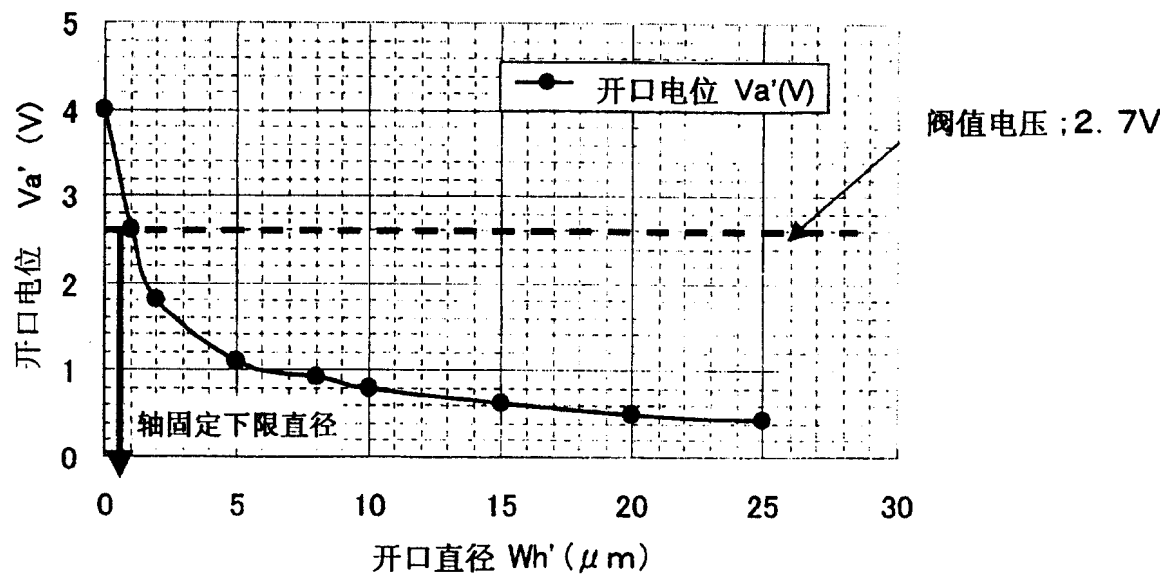


图18

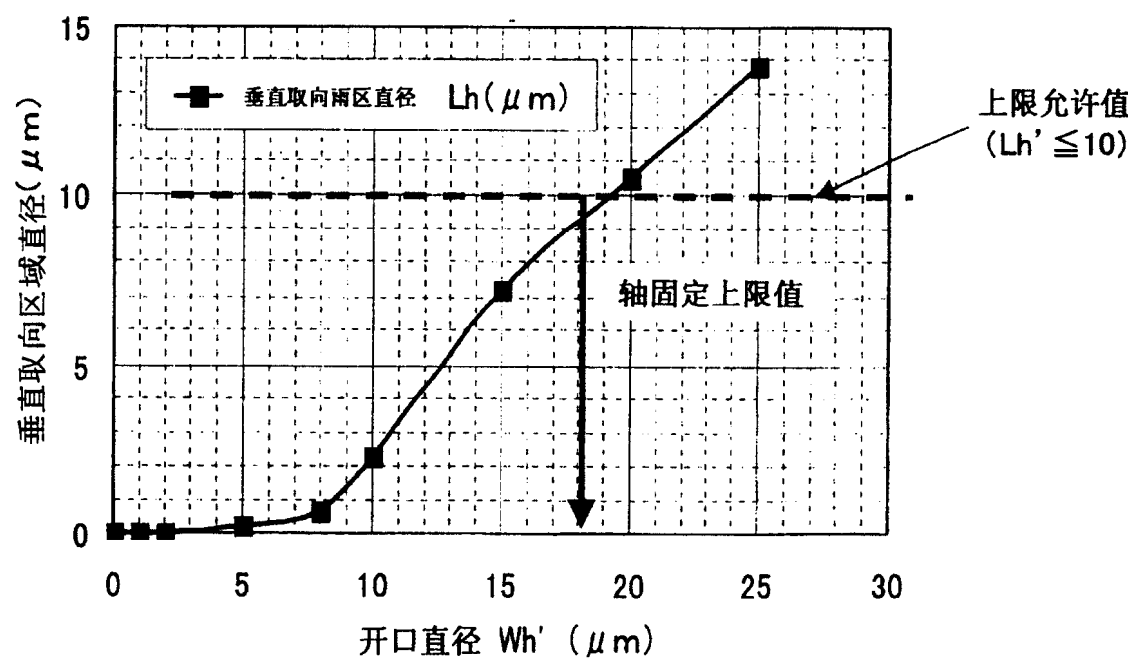


图19

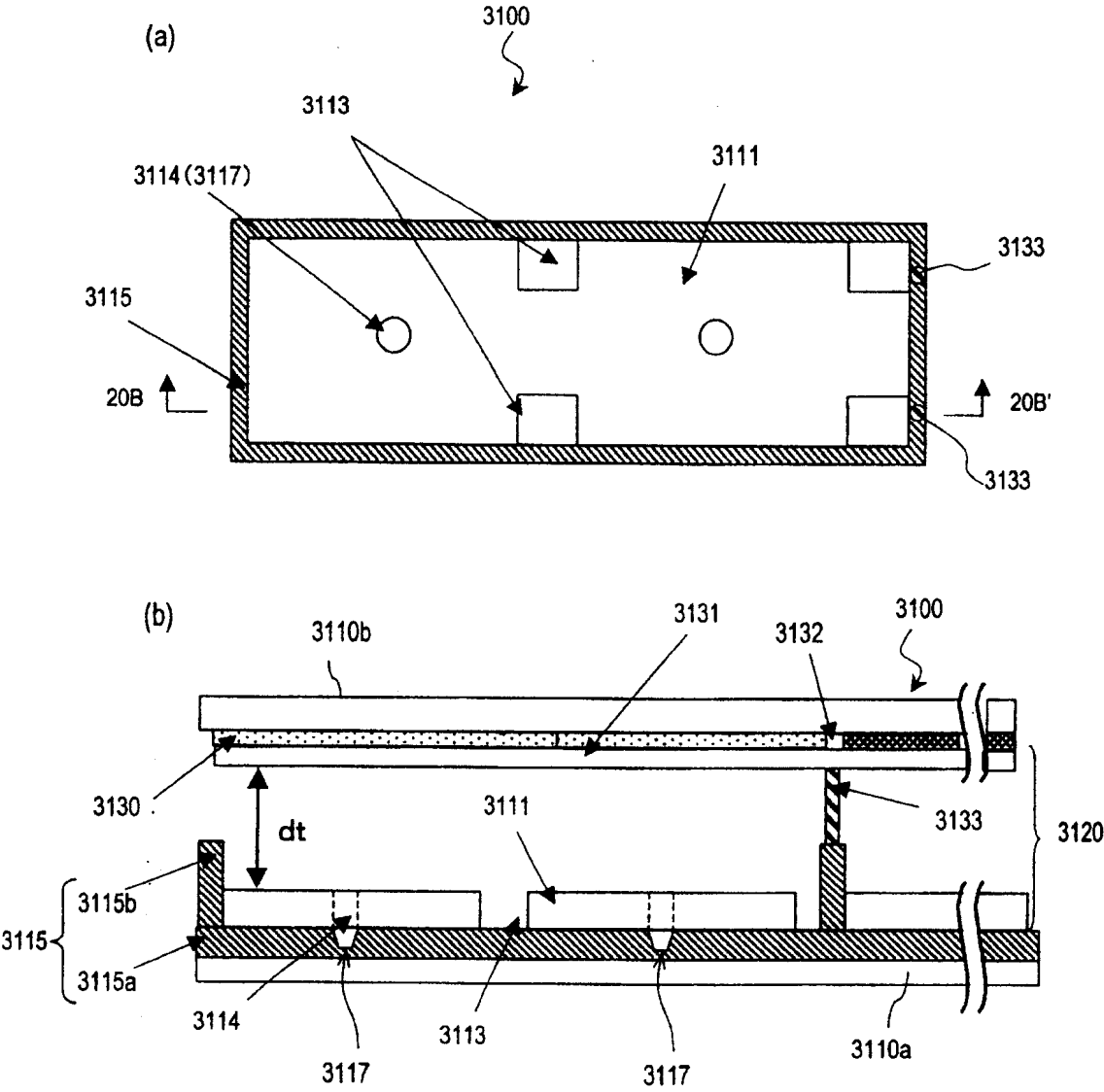


图20

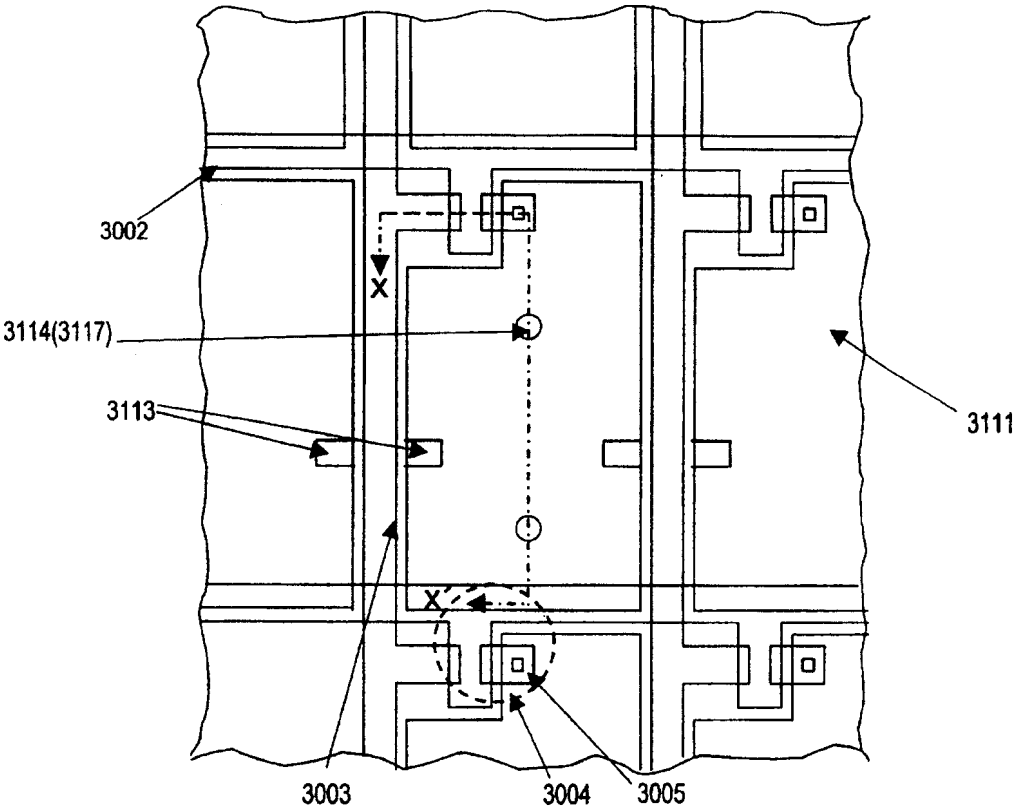


图21A

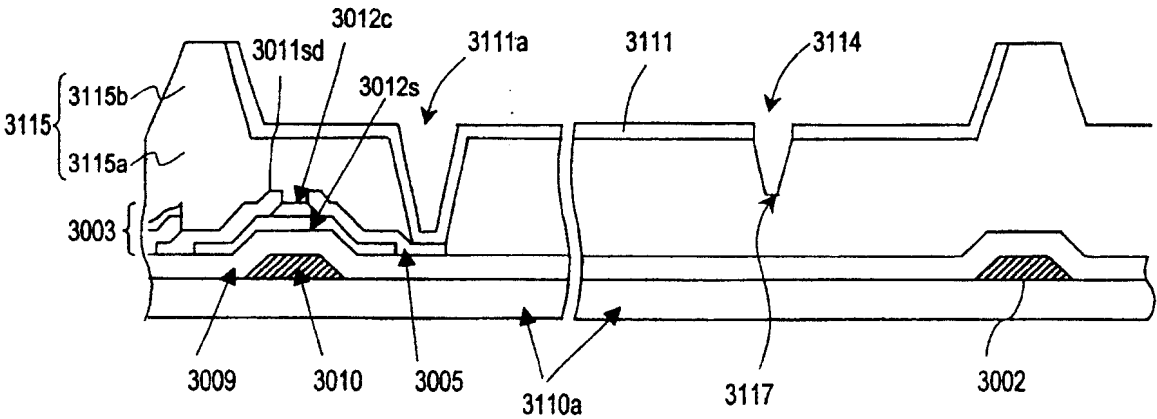


图21B

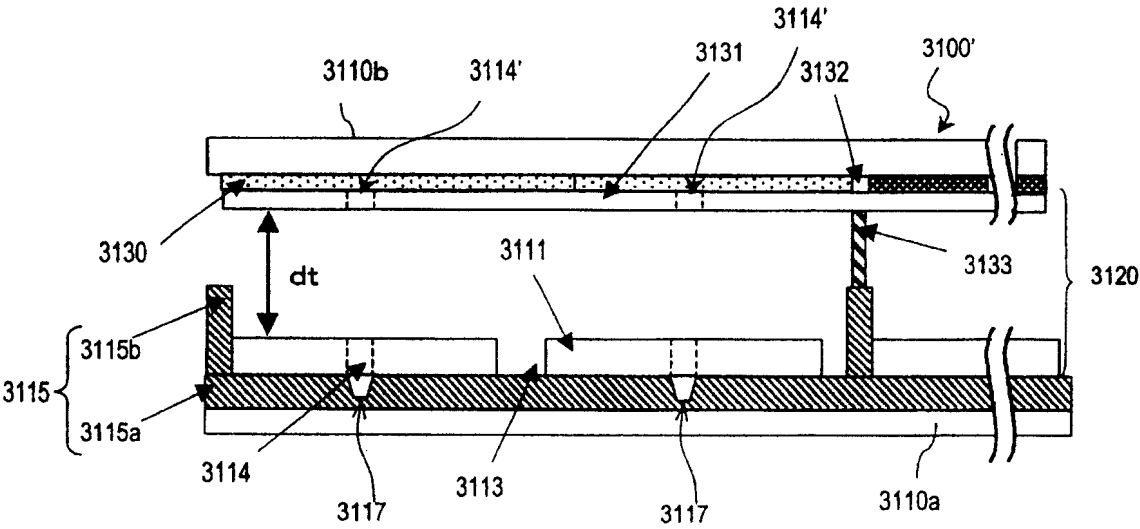


图22

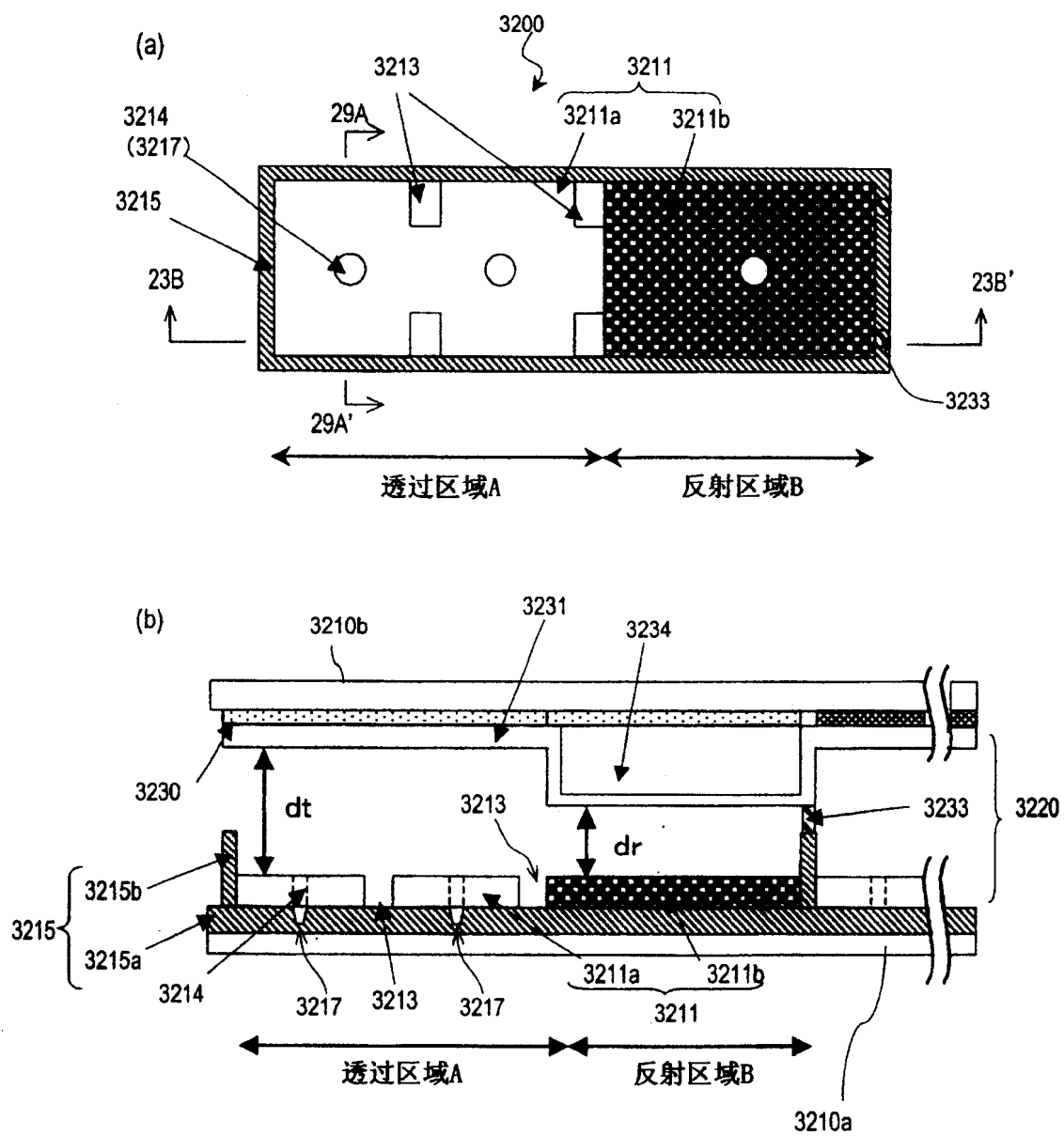


图23

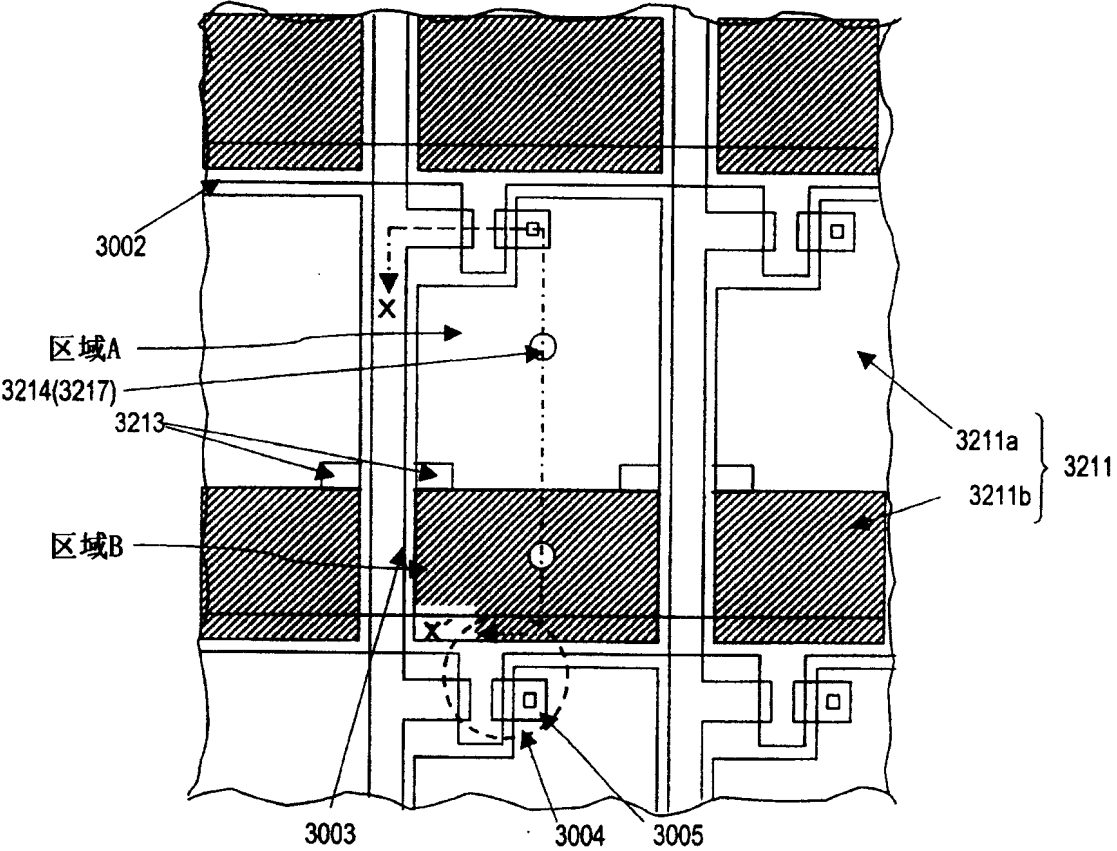


图24

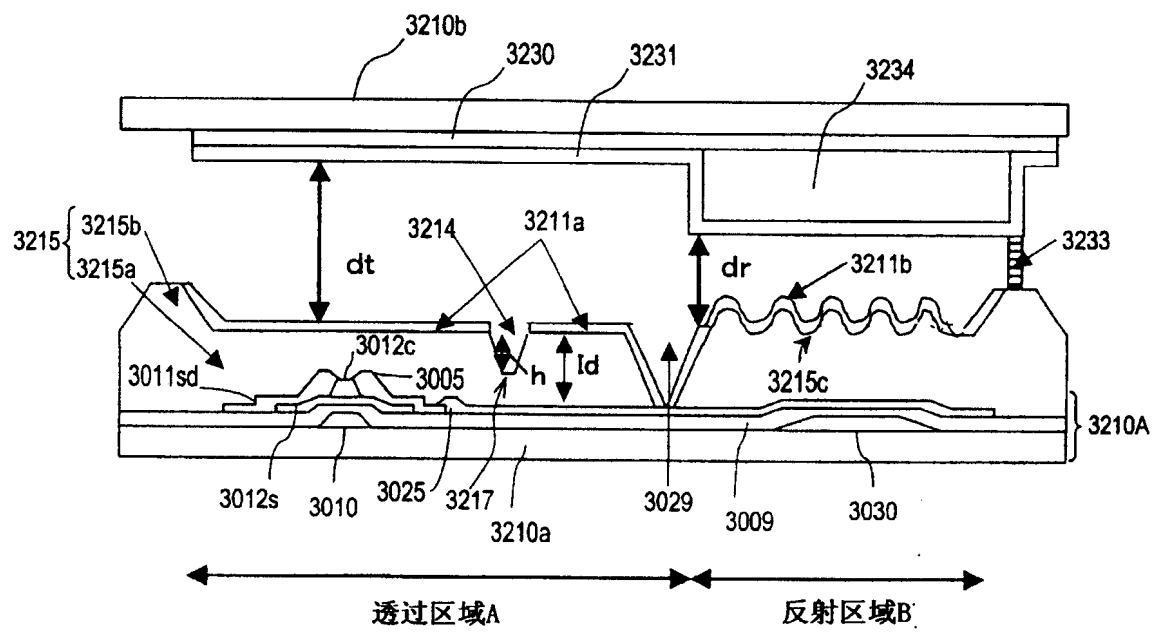


图25

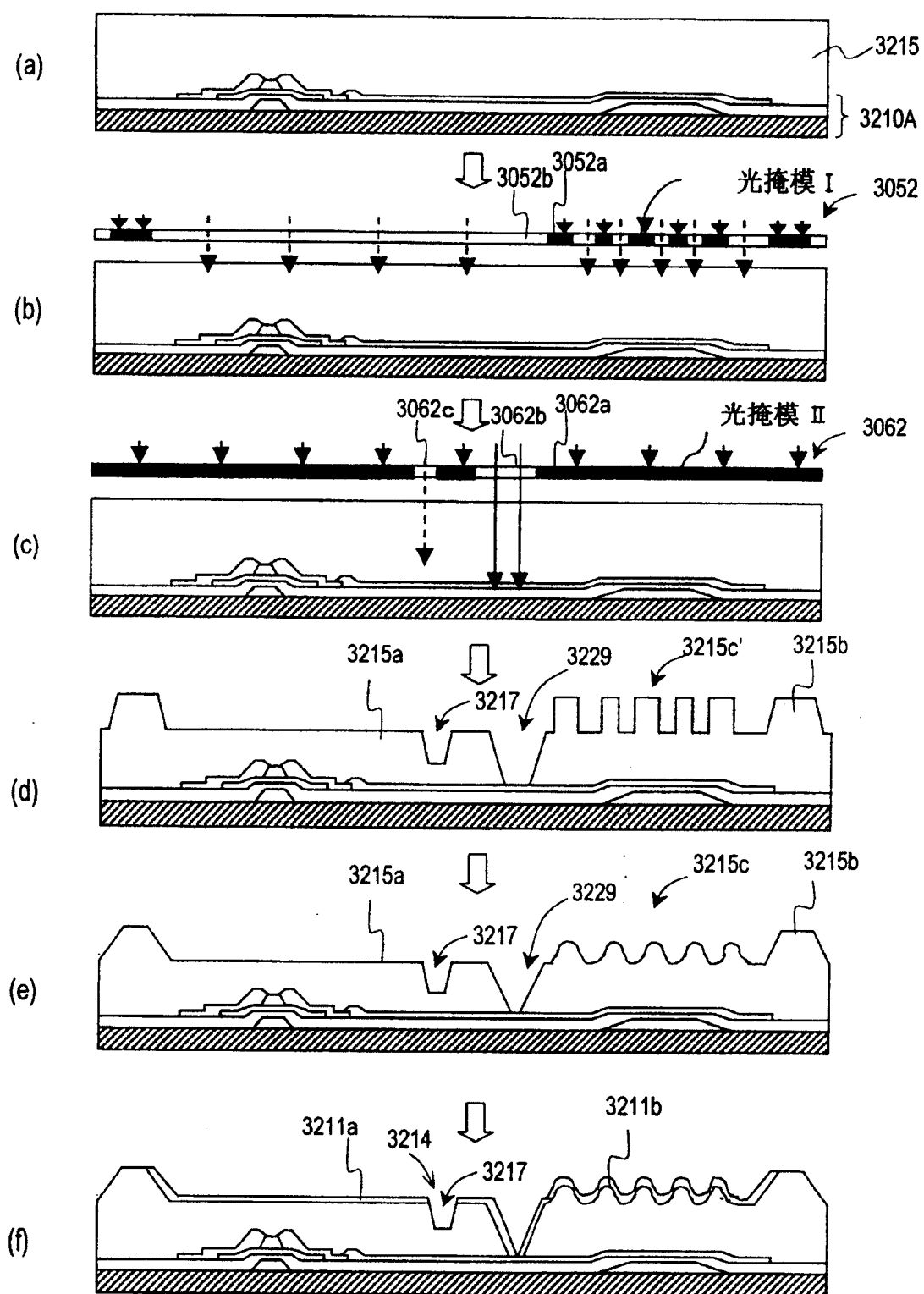


图26

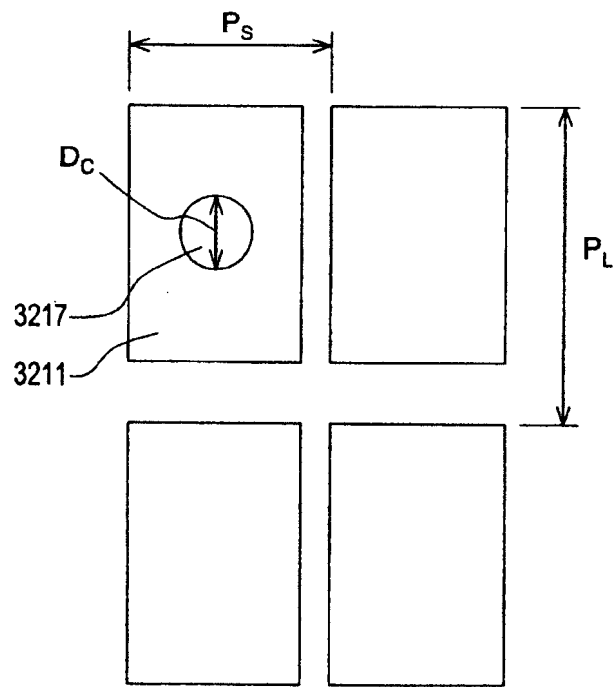


图27

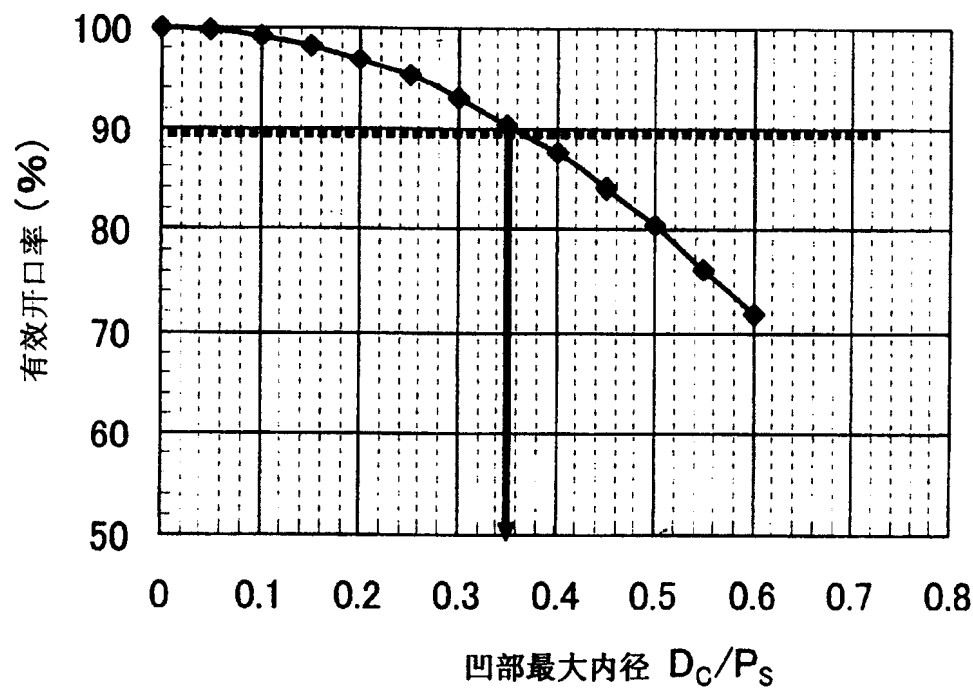


图28

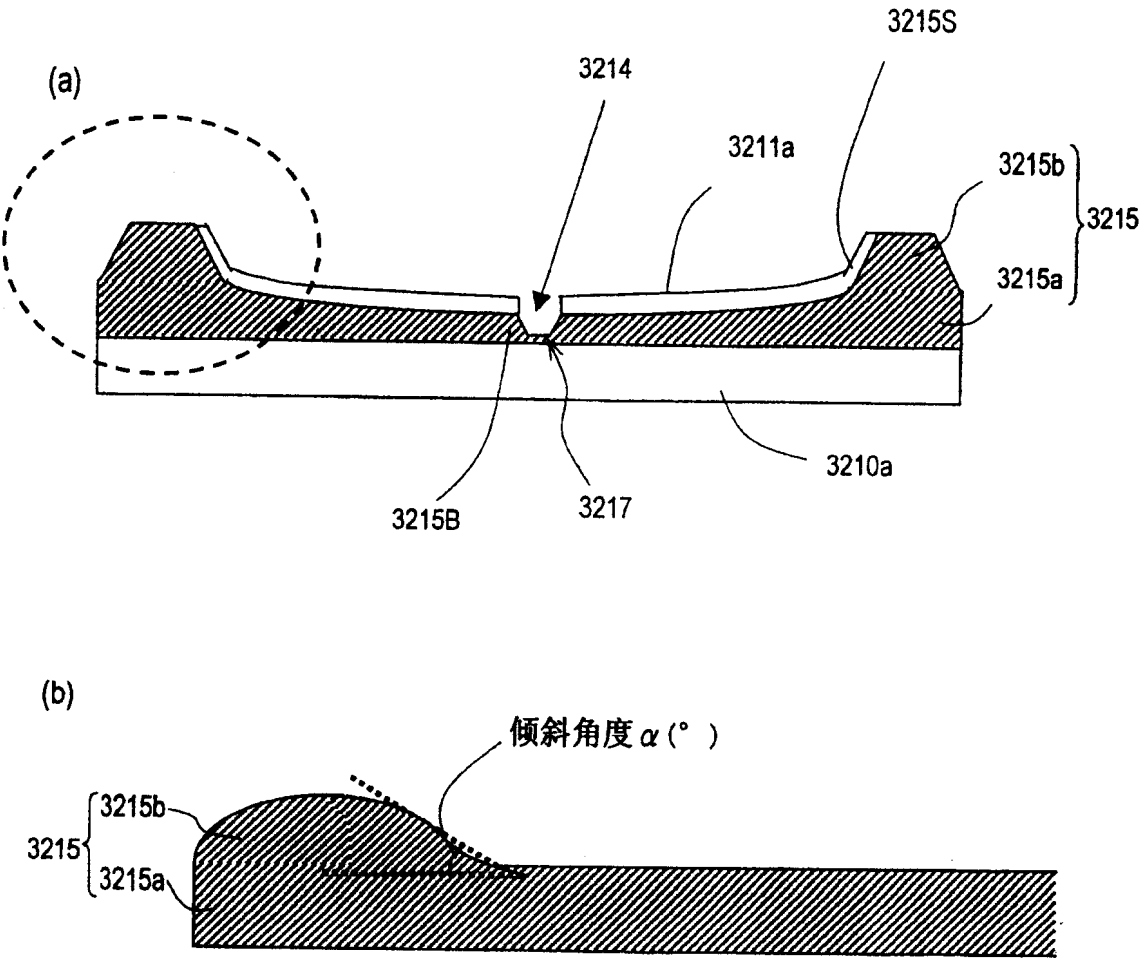


图29

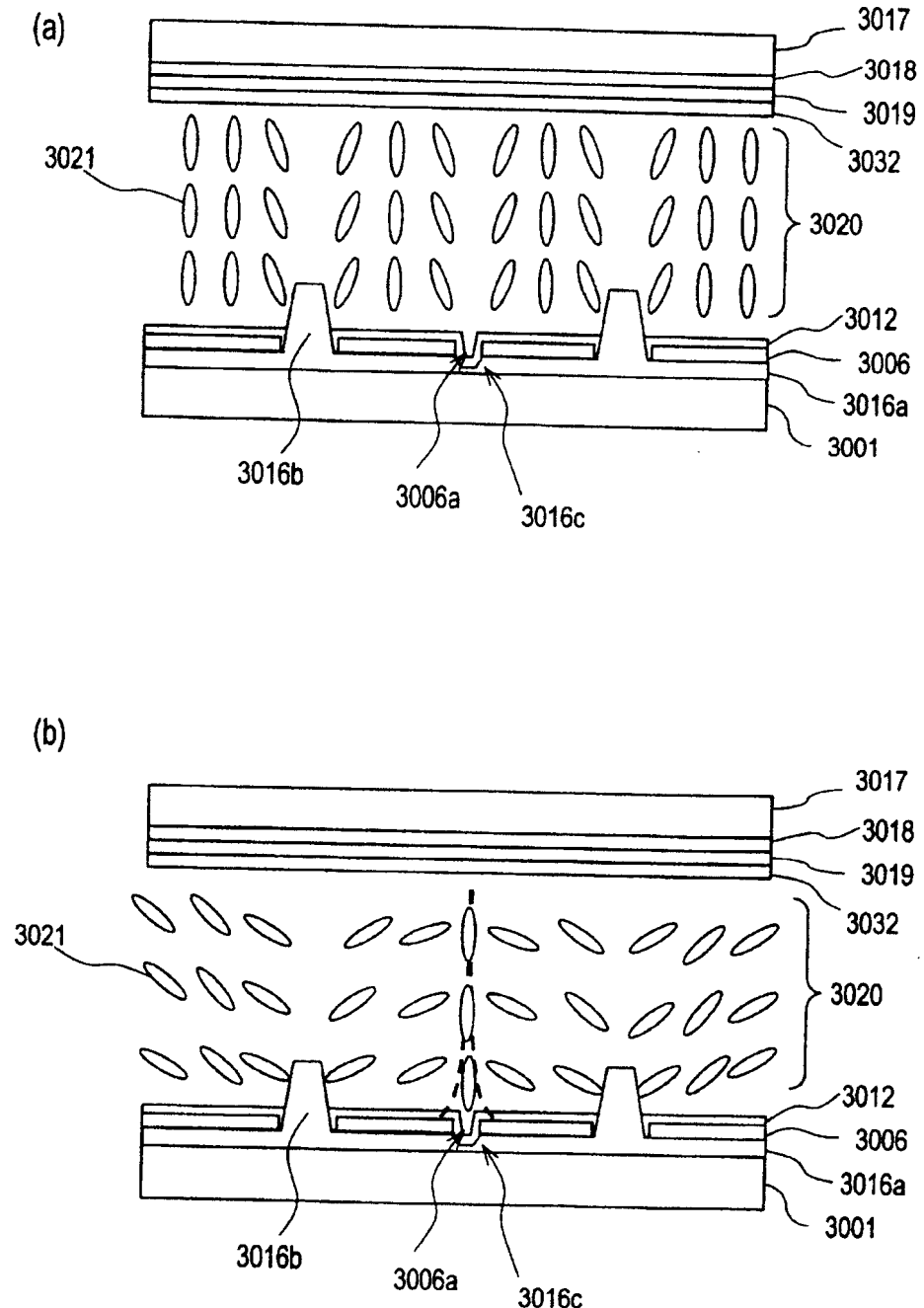


图30

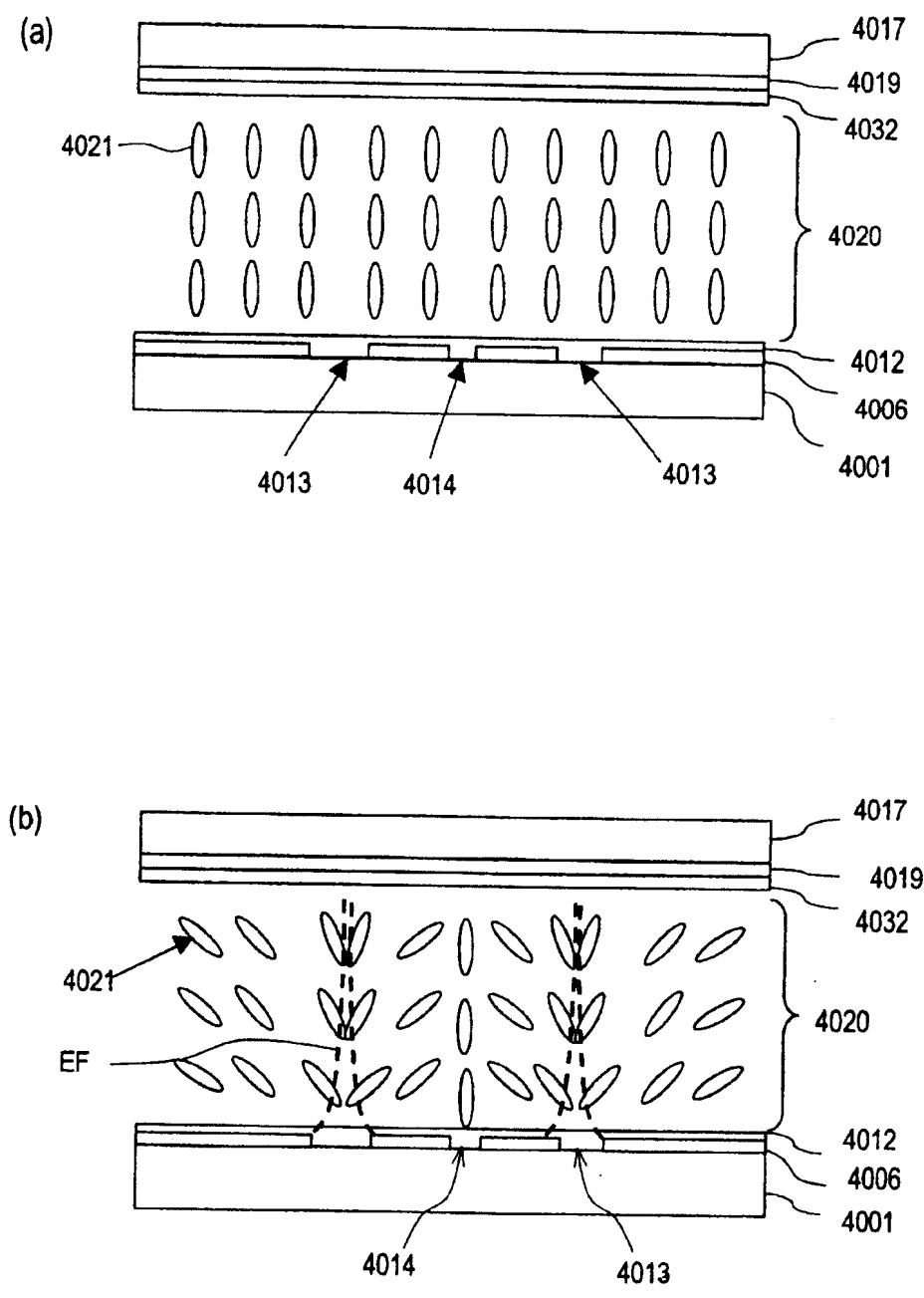


图31

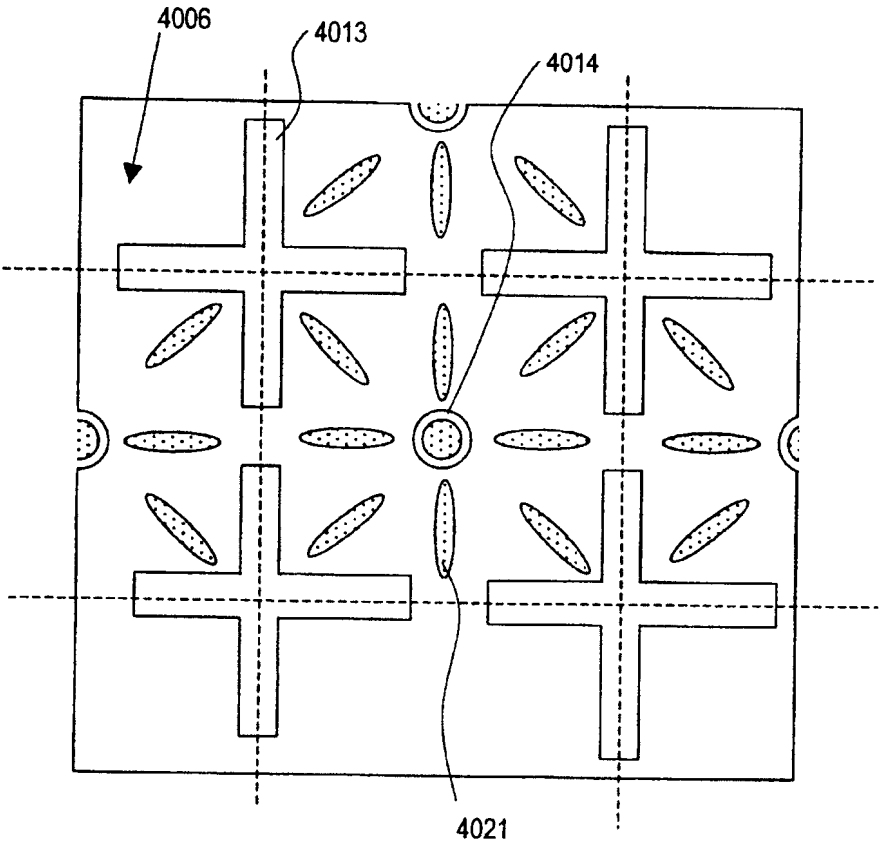


图32

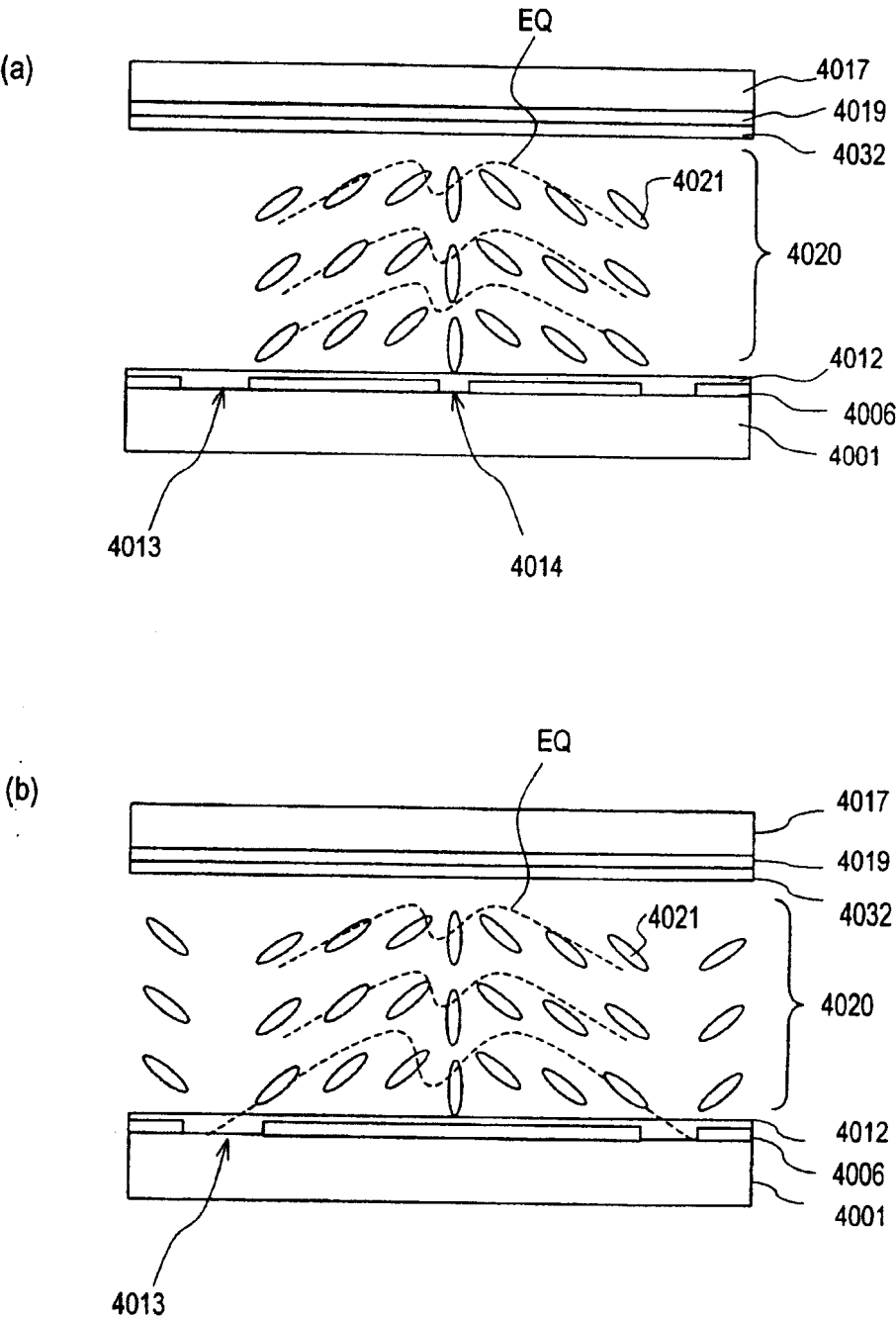


图33

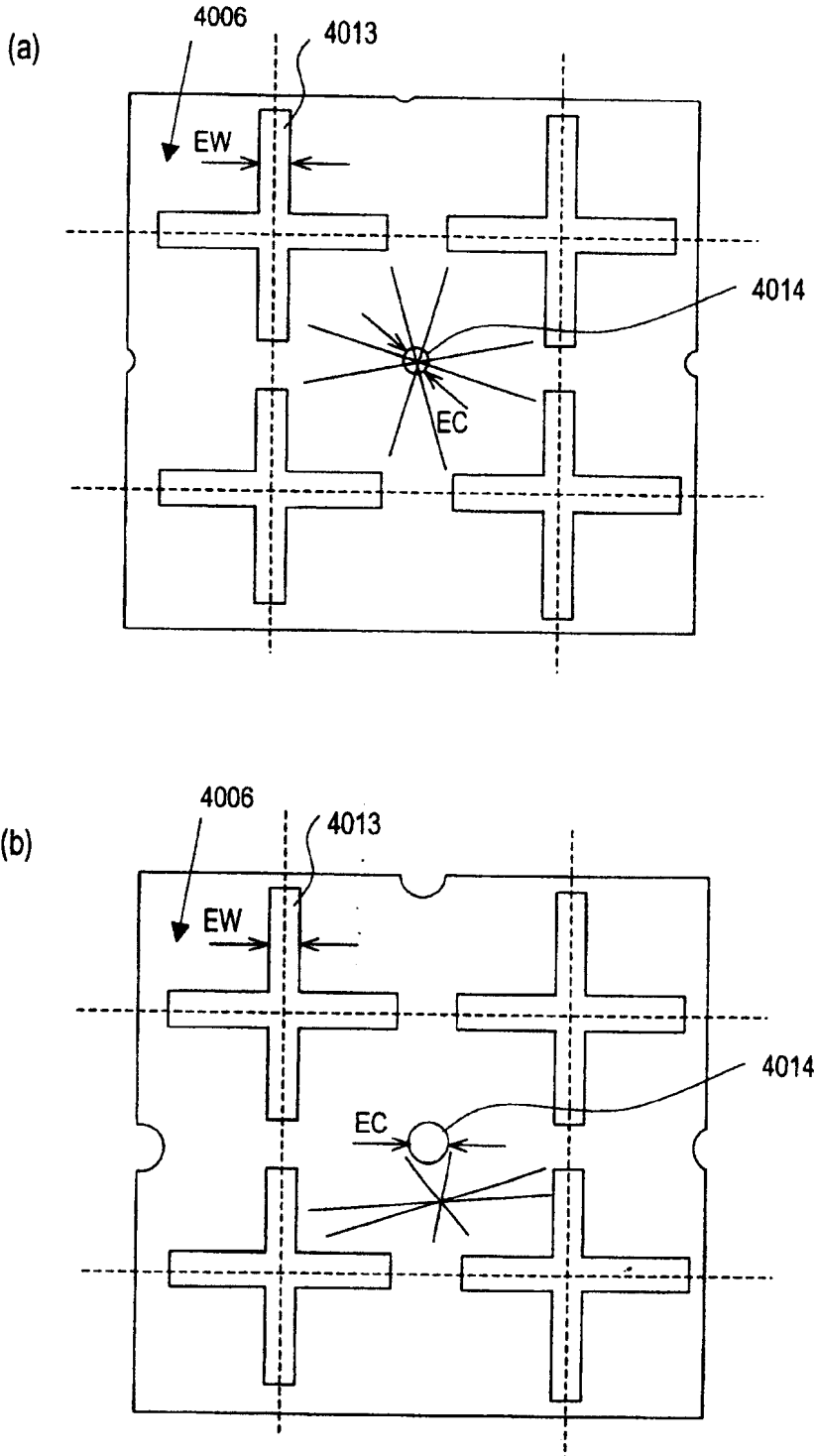


图34

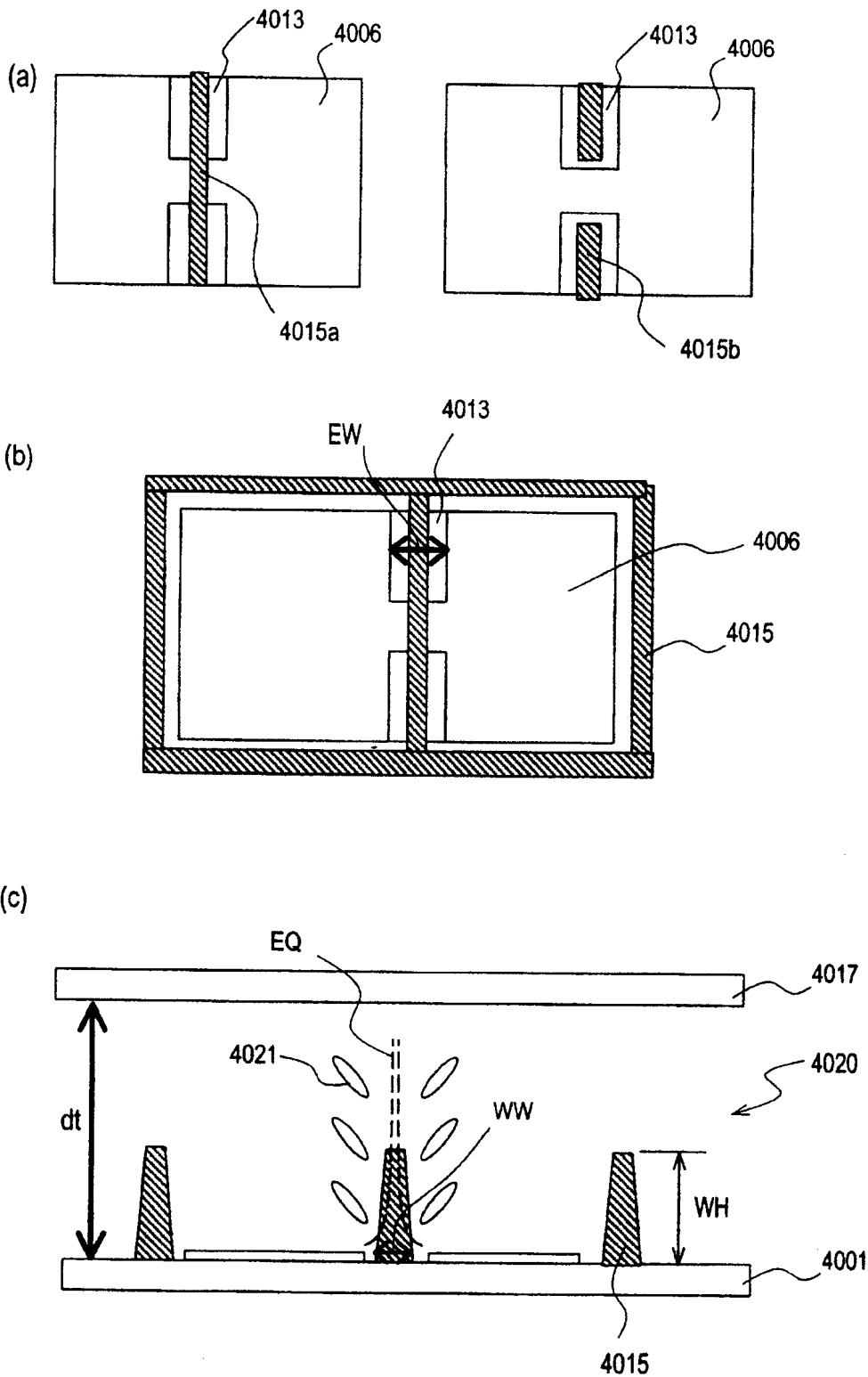


图35

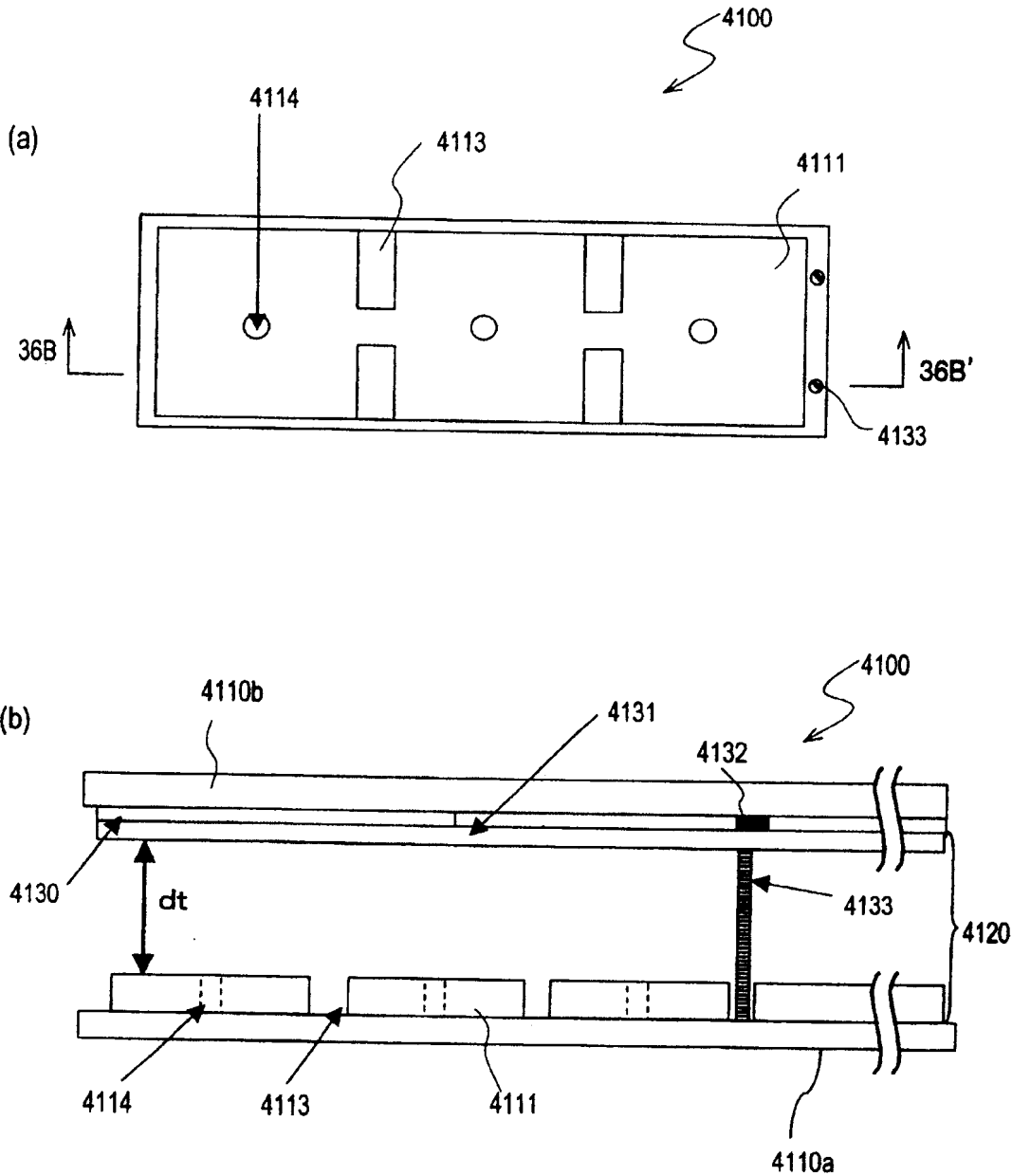


图36

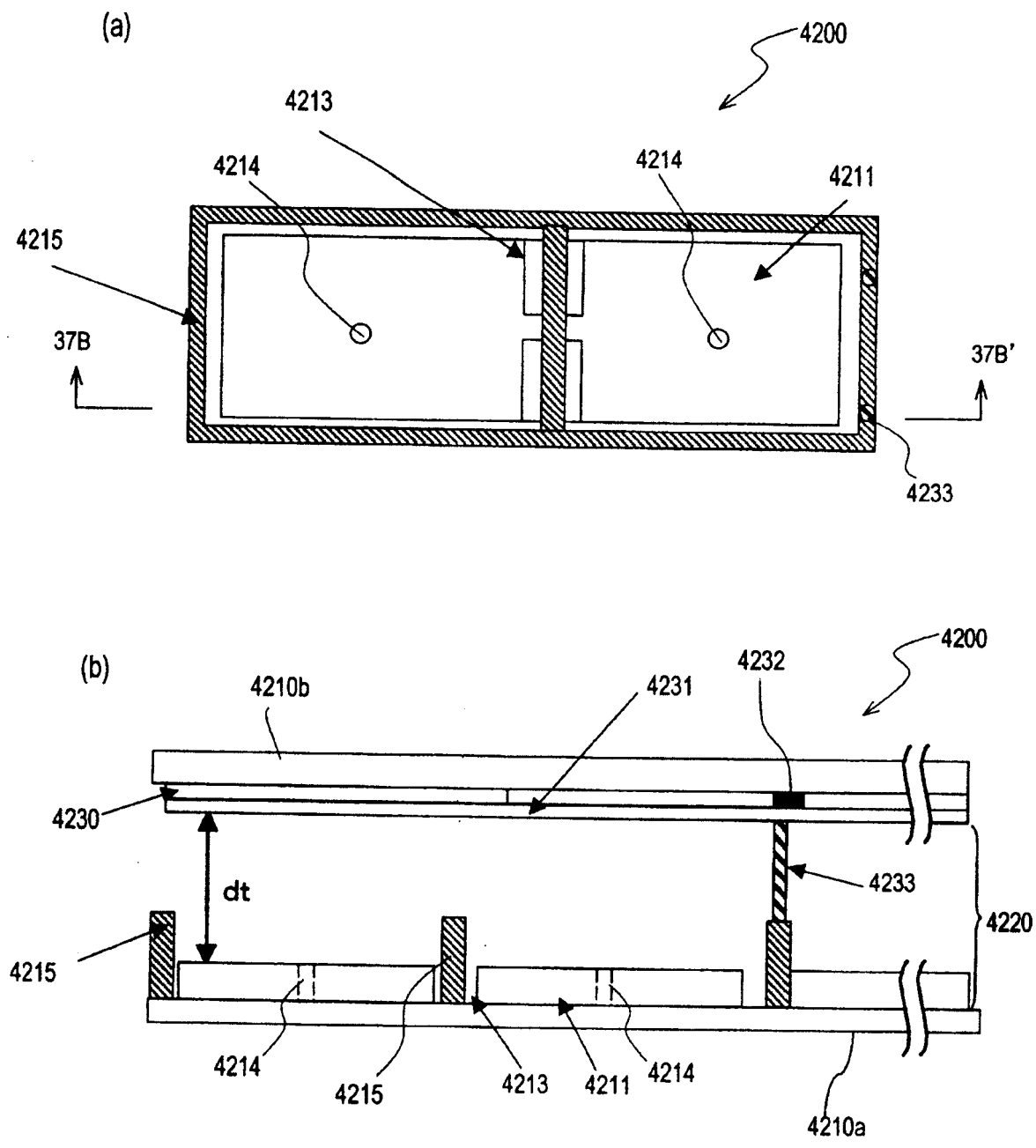


图37

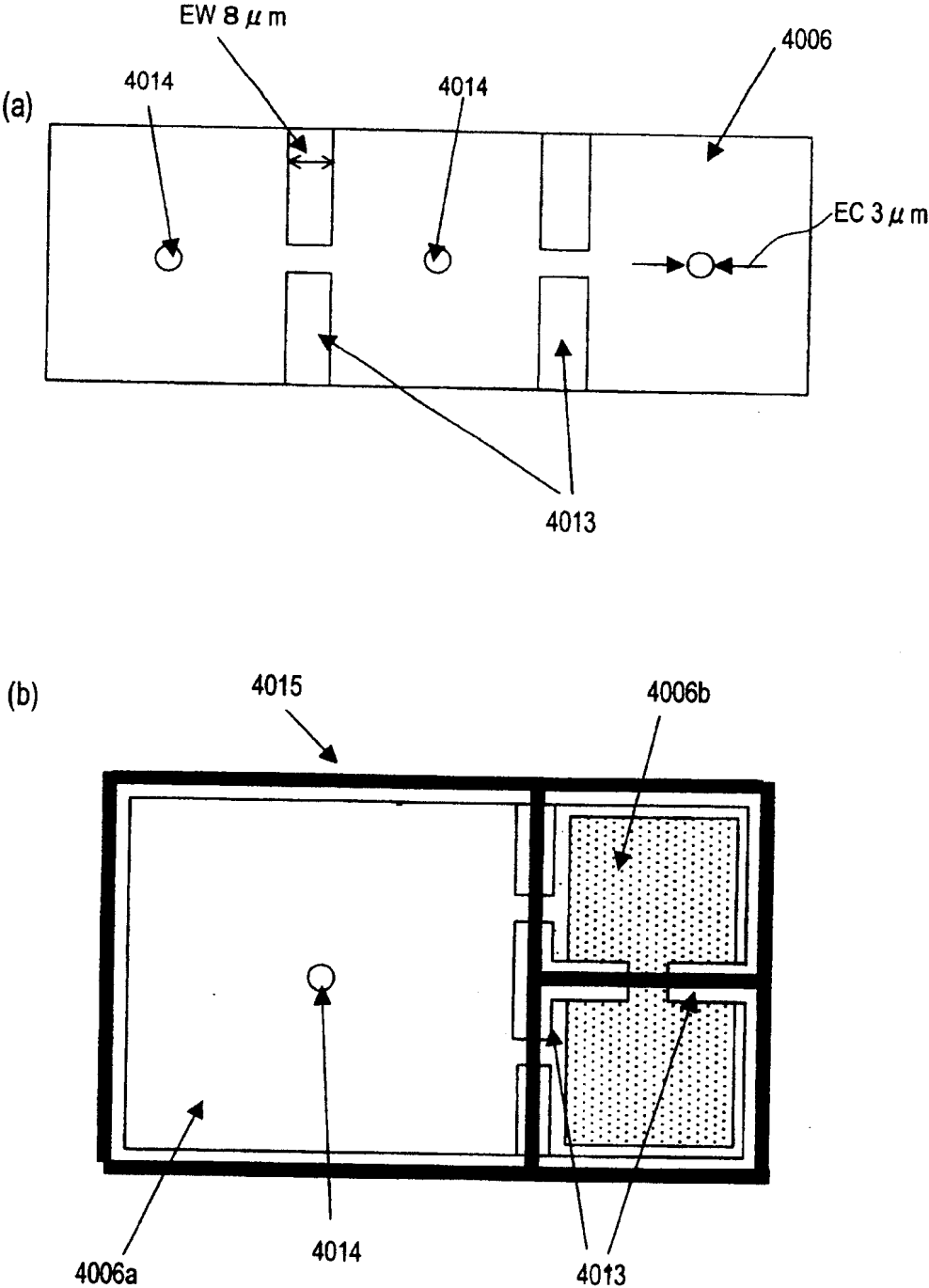


图39

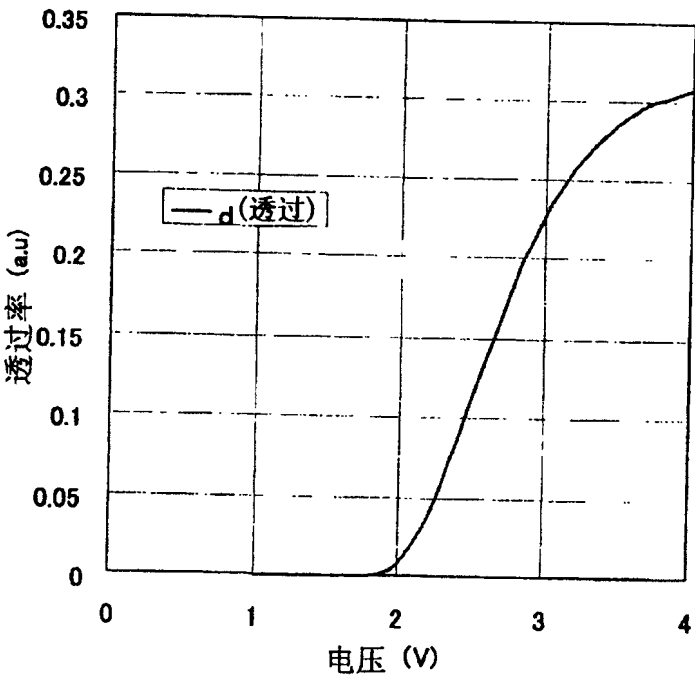


图40

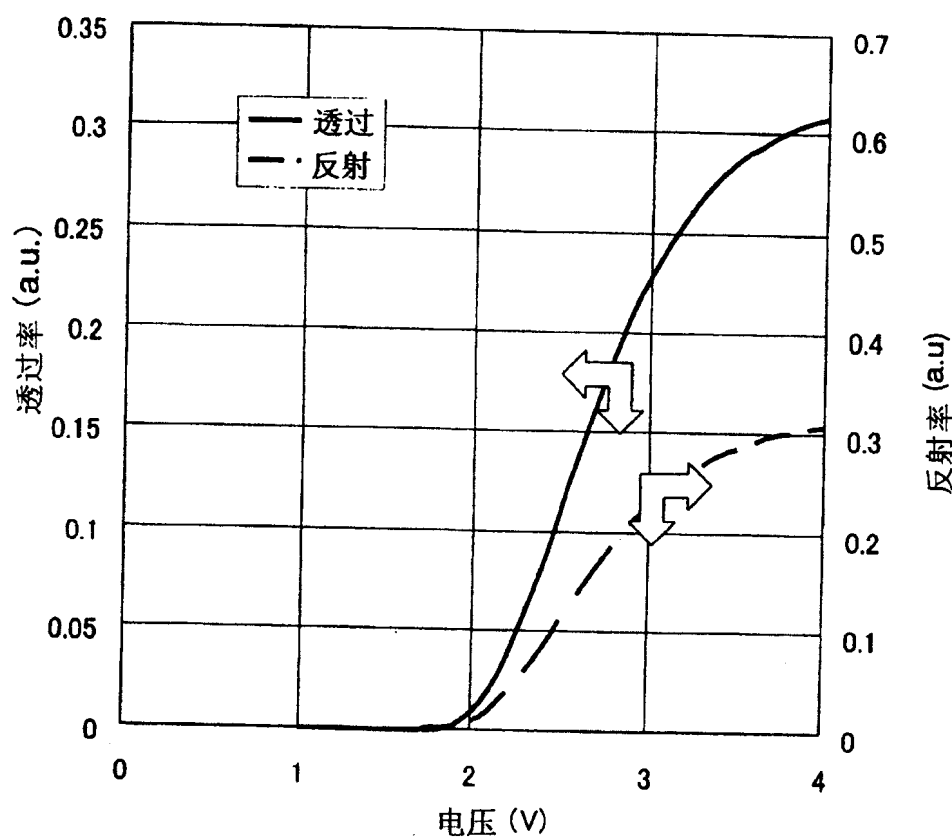


图41

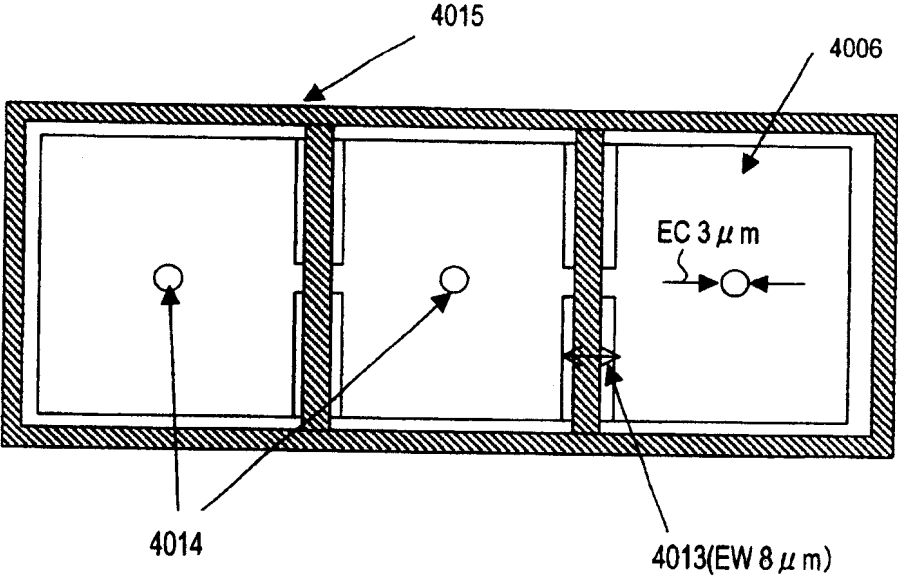


图42

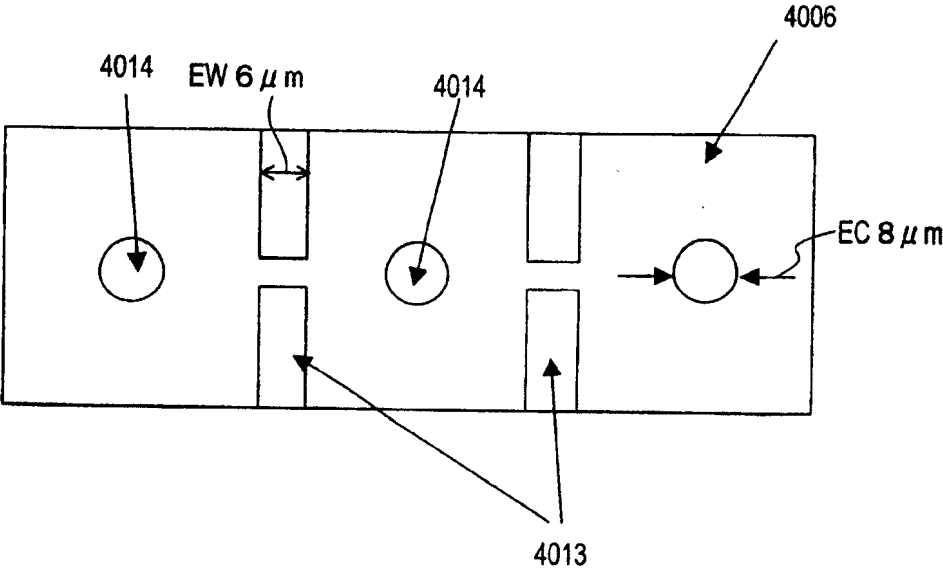


图43

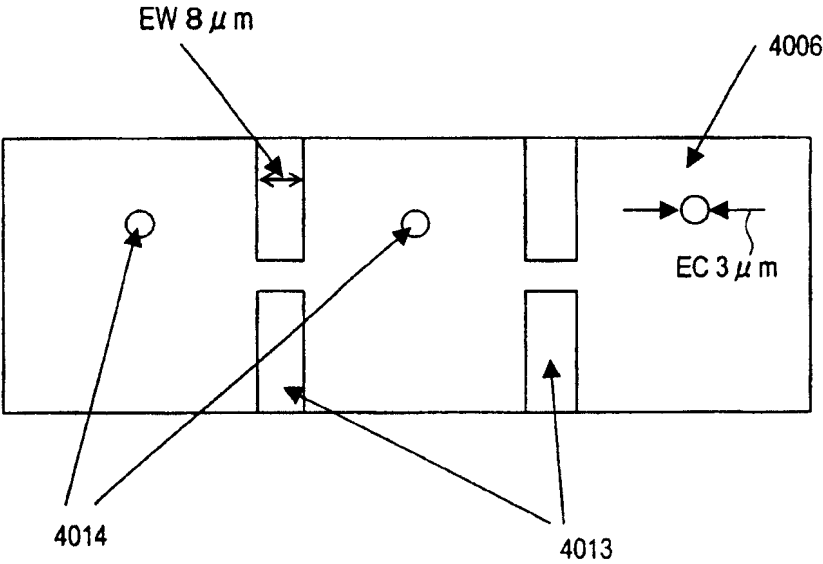
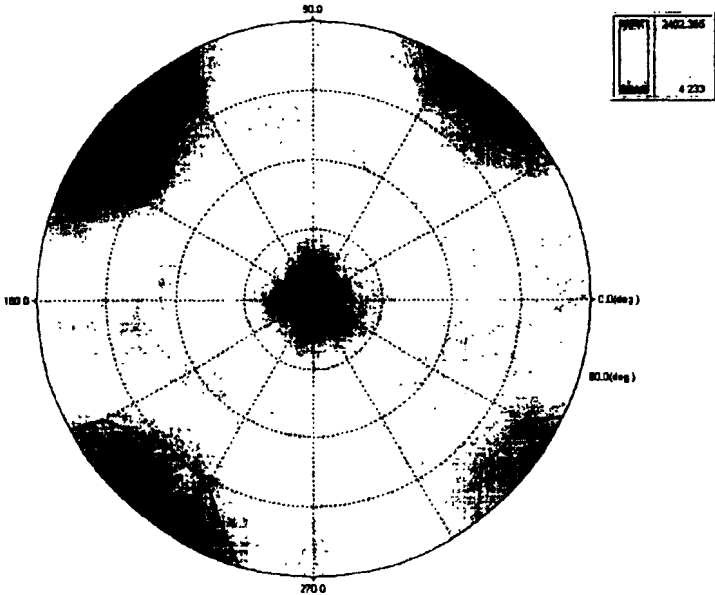


图44



等对比度关系图

图45

专利名称(译)	液晶显示装置		
公开(公告)号	CN100407023C	公开(公告)日	2008-07-30
申请号	CN200410100629.X	申请日	2004-12-08
[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 栗原直		
发明人	久米康仁 长江伸和 玉井和彦 大西宪明 栗原直		
IPC分类号	G02F1/136 G02F1/1335 G02F1/133 G03F7/20 H01L21/00 G02F1/1333 G02F1/1337 G02F1/1339 G02F1/1343 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/13394 G02F1/133753 G02F2001/134318 G02F1/133555 G02F1/133707 G02F1/1393		
审查员(译)	周永恒		
优先权	2003409400 2003-12-08 JP 2003409401 2003-12-08 JP 2004053745 2004-02-27 JP 2004091227 2004-03-26 JP		
其他公开文献	CN1627171A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明的液晶显示装置具有：第一基板、与第一基板相对设置的第二基板、和设在第一基板和第二基板之间的垂直取向型的液晶层；具有分别包含在第一基板上形成的第一电极、在第二基板上形成的第二电极、和设在第一电极和第二电极之间的液晶层的多个像素；第二电极具有在像素内的预定位置上形成的至少一个开口部，而且第一基板在多个像素的间隙处具有遮光区域，在遮光区域的液晶层侧具有规则地排列的壁结构体，当至少施加预定电压时，液晶层形成呈轴对称取向的至少一个液晶区域，至少一个液晶区域的轴对称取向的中心轴在至少一个开口部内或其附近形成。

