

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510079235.5

[51] Int. Cl.

G02F 1/133 (2006.01)  
G02F 1/1343 (2006.01)  
G02F 1/1368 (2006.01)  
G09G 3/36 (2006.01)

[43] 公开日 2006年1月4日

[11] 公开号 CN 1716011A

[22] 申请日 2005.4.26

[21] 申请号 200510079235.5

[30] 优先权

[32] 2004.4.26 [33] JP [31] 129248/04

[71] 申请人 夏普株式会社

地址 日本大阪市

[72] 发明人 久保真澄

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张雪梅 叶恺东

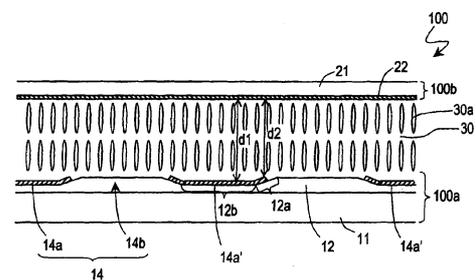
权利要求书 7 页 说明书 39 页 附图 27 页

[54] 发明名称

液晶显示器件

[57] 摘要

本发明的 LCD 包括第一基板、第二基板、和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。在每个图像元素区域中，在液晶层一侧上的第一基板上设置的第一电极具有由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分。当施加电压时，所述液晶层的取向由在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场控制。实心部分上的液晶层的部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域，所述第二区域位于非实心部分附近。



1. 一种液晶显示器件, 包括:

第一基板;

5 第二基板; 和

设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层,

其中:

通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的且与第一电极相对的第二电极确定多个图像元素区域中的每一个, 第一电极和第二电极之间有液晶层;

在多个图像元素区域的每一个中, 第一电极包括由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分, 并且当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 所述液晶层的取向由在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场控制; 以及

15 第一电极的实心部分上的液晶层的部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域, 所述第二区域位于非实心部分附近。

2. 根据权利要求 1 的液晶显示器件, 其中当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 液晶层形成多个第一液晶畴, 每一个第一液晶畴通过所述倾斜电场在所述实心部分上采取放射状倾斜取向。

3. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中:

第一电极的所述实心部分包括多个单位实心部分, 每一个单位实心部分上都形成有所述多个第一液晶畴的相应第一液晶畴; 以及

25 所述实心部分上的液晶层部分的第二区域位于所述多个单位实心部分的至少一个单位实心部分的边缘部分上。

4. 一种液晶显示器件, 包括:

第一基板;

第二基板; 和

设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层,

30 其中:

通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的且与第一电极相对的第二电极确定多个图像元素区域中的每一个，第一电极和第二电极之间有液晶层；

在多个图像元素区域的每一个中，第一电极包括由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分，且当在第一电极和第二电极之间施加电压时，所述液晶层形成了多个第一液晶畴，每一个第一液晶畴在所述实心部分上都具有由在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场控制的放射状倾斜取向；

第一电极的实心部分包括多个单位实心部分，每一个单位实心部分上都形成有所述多个第一液晶畴的相应的第一液晶畴；

所述多个单位实心部分的至少一个单位实心部分上的液晶层部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域，所述第二区域位于所述单位实心部分的边缘部分上。

5. 根据权利要求 3 的液晶显示器件，其中所述至少一个单位实心部分对应于第二区域的的部分的表面高度高于所述至少一个单位实心部分对应于第一区域的的部分的表面高度。

6. 根据权利要求 5 的液晶显示器件，其中：

所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜；

所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域；以及

所述至少一个单位实心部分的边缘部分位于所述倾斜区域上。

7. 根据权利要求 6 的液晶显示器件，其中：

所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域；以及

所述至少一个单位实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

8. 根据权利要求 6 的液晶显示器件，其中所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

9. 根据权利要求 3 的液晶显示器件，其中入射到液晶层上的光为圆偏振光，并且通过由液晶层调制所述圆偏振光提供显示。

10. 根据权利要求 3 的液晶显示器件, 其中在所述多个第一液晶畴中的取向和在所述非实心部分上的液晶层的部分中的取向彼此连续。

11. 根据权利要求 3 的液晶显示器件, 其中所述多个单位实心部分中的每一个都具有旋转对称的形状。

5 12. 根据权利要求 11 的液晶显示器件, 其中所述多个单位实心部分中的每一个都是大体圆形的。

13. 根据权利要求 11 的液晶显示器件, 其中所述多个单位实心部分中的每一个都是大体矩形的。

10 14. 根据权利要求 11 的液晶显示器件, 其中所述多个单位实心部分中的每一个都是具有圆角的大体矩形。

15. 根据权利要求 11 的液晶显示器件, 其中所述多个单位实心部分中的每一个都具有含有锐角角部分的形状。

16. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 通过所述倾斜电场, 在所述非实心部分上液晶层形成至少一个采  
15 取放射状倾斜取向的第二液晶畴。

17. 根据权利要求 16 的液晶显示器件, 其中所述多个第一液晶畴中的取向和所述至少一个第二液晶畴中的取向彼此连续。

18. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中第一电极的所述非实心部分具有至少一个开口。

20 19. 根据权利要求 18 的液晶显示器件, 其中所述至少一个开口包括多个开口, 且所述多个开口的至少一部分具有大致相同的形状和大致相同的尺寸, 并形成至少一个单位格子, 所述单位格子排列成具有旋转对称性。

20. 根据权利要求 19 的液晶显示器件, 其中所述多个开口的至少一部分每个的形状都具有旋转对称性。

25 21. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中第一电极的所述非实心部分具有至少一个切除部分。

22. 根据权利要求 21 的液晶显示器件, 其中所述至少一个切除部分包括多个切除部分, 且所述多个切除部分规则排列。

30 23. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中在所述多个图像元素区域的每一个中, 第一电极的非实心部分的面积小于第一电极的实心部分的面积。

24. 根据权利要求 2 的液晶显示器件, 其中所述第二基板在对应于所述多个第一液晶畴的至少一个第一液晶畴的区域中具有取向控制结构, 所述取向控制结构施加取向控制力, 用于至少在存在施加电压时使所述至少一个第一液晶畴的液晶分子处于放射状倾斜取向。

5 25. 根据权利要求 24 的液晶显示器件, 其中所述取向控制结构设置在对应于所述至少一个第一液晶畴中心部分的区域中。

26. 根据权利要求 24 的液晶显示器件, 其中所述取向控制结构施加取向控制力, 用于在不存在施加电压时也使液晶分子也处于放射状倾斜取向。

10 27. 根据权利要求 26 的液晶显示器件, 其中所述取向控制结构是从所述第二基板突出且穿过液晶层的突起。

28. 根据权利要求 27 的液晶显示器件, 其中通过从所述第二基板突出且穿过液晶层的突起确定液晶层的厚度。

29. 根据权利要求 1 的液晶显示器件, 其中第一电极的所述非实心部分是设置在第一电极中的切口。

15 30. 一种液晶显示器件, 包括:

第一基板;

第二基板; 和

设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层,

其中:

20 通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的且与第一电极相对的第二电极确定多个图像元素区域中的每一个, 第一电极和第二电极之间有液晶层;

25 在多个图像元素区域的每一个中, 第一电极包括由导电膜形成的实心部分和切口, 当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 所述液晶层的取向由在第一电极的切口上产生的倾斜电场控制; 以及

第一电极的实心部分上的液晶层分部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域, 所述第二区域位于所述切口的附近。

30 31. 根据权利要求 29 的液晶显示器件, 其中所述第一电极的实心部分对应于所述第二区域的的部分的表面高度高于所述实心部分对应于所述第一区域的

部分的表面高度。

32. 根据权利要求 31 的液晶显示器件, 其中:

所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜;

5 所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域; 以及

所述第一电极的实心部分对应于第二区域的部分位于所述倾斜区域上。

33. 根据权利要求 32 的液晶显示器件, 其中:

10 所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域; 以  
及

所述第一电极的实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

34. 根据权利要求 32 的液晶显示器件, 其中所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

15 35. 根据权利要求 31 的液晶显示器件, 其中:

所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板与所述第一电极之间的滤色器层;

所述滤色器层包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域;

且

20 所述第一电极的实心部分对应于所述第二区域的部分位于该倾斜区域上。

36. 根据权利要求 35 的液晶显示器件, 其中:

所述滤色器层包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域; 且

25 所述第一电极的实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦部分上。

37. 根据权利要求 29 的液晶显示器件, 其中入射到液晶层上的光是圆偏振光, 并且通过由液晶层调制所述圆偏振光来提供显示。

38. 根据权利要求 29 的液晶显示器件, 进一步包括彼此相对的且其间有液晶层的成对的偏振片, 所述成对的偏振片具有彼此大体垂直的透射轴, 透射轴之一水平于显示平面设置, 且所述切口在相对于所述透射轴之一倾斜的方向  
30 上延伸。

39. 根据权利要求 38 的液晶显示器件, 其中所述切口在相对于所述透射轴之一成大约  $45^\circ$  角的方向上延伸。

40. 根据权利要求 29 的液晶显示器件, 其中所述第二基板具有施加取向控制力的取向控制结构, 至少在存在施加电压时该取向控制力与由所述倾斜电场提供的取向控制力一致。

41. 根据权利要求 40 的液晶显示器件, 其中所述第二基板的取向控制结构是肋。

42. 根据权利要求 40 的液晶显示器件, 其中所述第二基板的取向控制结构是设置在所述第二电极中的切口。

43. 根据权利要求 29 的液晶显示器件, 其中:

所述第一基板进一步包括相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的开关元件; 和

所述第一电极是相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的图像元素电极, 并与所述开关元件电连接, 且所述第二电极是与所述多个图像元素电极相对的至少一个对向电极。

44. 根据权利要求 43 的液晶显示器件, 其中所述图像元素电极实心部分上的液晶层的部分在所述图像元素电极外围附近不具有所述第二区域。

45. 一种液晶显示器件, 包括:

第一基板;

第二基板; 和

设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层,

其中:

通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的且与第一电极相对的第二电极确定多个图像元素区域中的每一个, 第一电极和第二电极之间有液晶层;

在多个图像元素区域的每一个中, 第一电极包括由导电膜形成的实心部分和切口, 当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 所述液晶层的取向由在第一电极的切口上产生的倾斜电场控制;

所述第一基板进一步包括相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的开关元件;

所述第一电极是相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的图像元素电极，并与所述开关元件电连接，且所述第二电极是与所述多个图像元素电极相对的至少一个对向电极；并且

5 所述图像元素电极的实心部分上的液晶层的部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  大的第二厚度  $d_2$  的第二区域，所述第二区域位于所述图像元素电极的外围附近。

46. 根据权利要求 45 的液晶显示器件，其中所述实心部分对应于所述第二区域的的部分的表面高度低于所述实心部分对应于所述第一区域的的部分的表面高度。

10 47. 根据权利要求 46 的液晶显示器件，其中：

所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜；

所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域；以及

15 所述实心部分对应于所述第二区域的部分位于所述倾斜区域上。

48. 根据权利要求 47 的液晶显示器件，其中：

所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域；以及

所述实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

20 49. 根据权利要求 47 的液晶显示器件，其中所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

50. 根据权利要求 45 的液晶显示器件，进一步包括彼此相对且其间有液晶层的成对的偏振片，所述成对的偏振片具有彼此大体垂直的透射轴，透射轴之一水平于显示平面设置，且所述切口在相对于所述透射轴之一倾斜的方向上

25 延伸。

51. 根据权利要求 50 的液晶显示器件，其中所述切口在相对于所述透射轴之一成大约  $45^\circ$  角的方向上延伸。

## 液晶显示器件

### 5 技术领域

本发明涉及一种液晶显示器件，尤其涉及一种具有宽视角特性且能产生高质量显示的液晶显示器件。

### 背景技术

近几年来，液晶显示器（之后称作“LCD”）已经被广泛使用。到目前为止主流 LCD 为扭曲向列型 LCD，其中具有正介电各项异性的向列液晶分子被扭曲。然而，这种类型的 LCD 具有过分视角依赖的问题，这是由液晶分子的取向造成的。

为了减轻该视角依赖性，已经开发了取向分割垂直取向型 LCD，现在正日益广泛使用。

15 例如，日本专利 No.2947350 公开了一种 MVA（多畴垂直取向）型 LCD，其是取向分割垂直取向型 LCD 的一种。MVA 型 LCD 使用设置在一对电极之间的垂直取向型液晶层以常黑（NB）模式显示图像。MVA 型 LCD 包括畴控制（domain-regulating）部件（切口或肋），使得当施加电压时在每个像素内液晶分子倒向（倾斜向）多个不同的方向。

20 日本待审专利公开 No.2003-43525 公开了一种 CPA（连续针轮取向（Continuous Pinwheel Alignment））型 LCD，其是取向分割垂直取向型 LCD 的一种。在 CPA 型 LCD 中，电极对彼此面对，其间夹有垂直取向型液晶层。所述电极对之一包括不具有导电层的部分（开口或切除部分），使得当施加电压时在每个像素中液晶分子放射状倾斜。

25 最近，在个人计算机显示器和移动终端设备（例如，便携式电话和 PDA）中，以及在液晶 TV 中，显示移动画面信息的要求已经快速增长。为了在 LCD 中实现移动画面的高质量显示，液晶层的响应时间要短（即液晶层的响应速度要高）。更具体地说，要求在一个垂直扫描周期内（典型地，在一帧内）达到预定的灰度级。

30 作为改善 LCD 响应特性的驱动方法，施加比与将要显示的灰度级（预定

的灰度级) 相对应的电压高的电压的方法是公知的。(比与将要显示的灰度级相对应的电压高的电压称作“过冲电压”, 这种方法称作“过冲驱动”)。施加过冲电压(之后称作“OS 电压”)可以改善灰度显示中的响应特性。例如, 日本待审专利公开 No.2000-231091 公开了一种可由过冲驱动(之后称作“OS 驱动”)驱动的马瓦(MVA)型LCD。

然而, 为了通过日本待审专利公开 No.2000-231091 中公开的 OS 驱动来驱动 LCD, 需要额外设置用于存储图像信息的帧存储器。这增加了制造成本。

#### 发明内容

为了克服上述问题, 本发明优选的实施方案以简单的方式改善了取向分割垂直取向型 LCD 的响应特性。

依照本发明的第一种液晶显示器件包括: 第一基板; 第二基板; 和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的、与第一电极相对且其间有液晶层的第二电极分别限定了多个图像元素区域。在多个图像元素区域的每一个中, 第一电极包括由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分, 当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 所述液晶层的取向由在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场控制。第一电极的实心部分上的液晶层部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域, 所述第二区域位于非实心部分附近。因而实现了上述的目的。

在一个优选的实施方案中, 当在第一电极和第二电极之间施加电压时, 液晶层形成了多个第一液晶畴, 其中每一个通过倾斜电场在实心部分上采取放射状倾斜取向。

在一个优选的实施方案中, 第一电极的实心部分包括多个单位实心部分, 在其中每一个上形成所述多个第一液晶畴中的各自的第一液晶畴; 所述实心部分上的液晶层部分的第二区域位于所述多个单位实心部分中的至少一个单位实心部分的边缘部分上。

依照本发明的第二种液晶显示器件包括: 第一基板; 第二基板; 和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。通过设置在靠近液晶层的第一基板的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的、与第一电极相对且其间有液晶层的第二电极分别限定了多个图像元素区域。在多个图像元素区域的每

一个中，第一电极包括由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分，当在第一电极和第二电极之间施加电压时，所述液晶层形成了多个第一液晶畴，其中每一个都通过在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场在实心部分上采取放射状倾斜取向。第一电极的实心部分包括多个单位实心部分，在其中每一个上都形成有所述多个第一液晶畴中的各自的第一液晶畴。所述多个单位实心部分的至少一个单位实心部分上的液晶层部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域，所述第二区域位于单位实心部分的边缘上。因而，达到了上述的目的。

10 在一个优选的实施方案中，所述至少一个单位实心部分对应于第二区域的部分的表面高度高于所述至少一个单位实心部分对应于第一区域的部分的表面高度。

15 在一个优选的实施方案中，所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜；所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域；且所述至少一个单位实心部分的边缘部分位于所述倾斜区域上。

在一个优选的实施方案中，所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域；且所述至少一个单位实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

20 在一个优选的实施方案中，所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

20 在一个优选的实施方案中，入射到液晶层上的光为圆偏振光，通过由液晶层调制所述圆偏振光提供显示。

在一个优选的实施方案中，所述多个第一液晶畴中的取向和所述非实心部分上的液晶层部分中的取向彼此连续。

25 在一个优选的实施方案中，所述多个单位实心部分每一个都具有旋转对称的形状。

在一个优选的实施方案中，所述多个单位实心部分每一个都大体是圆形。

在一个优选的实施方案中，所述多个单位实心部分每一个都大体是矩形。

在一个优选的实施方案中，所述多个单位实心部分每一个都大体是具有圆角的矩形。

30 在一个优选的实施方案中，所述多个单位实心部分每一个都具有含有锐角

角部分的形状。

在一个优选的实施方案中，当在第一电极和第二电极之间施加电压时，液晶层形成至少一个第二液晶畴，所述第二液晶畴在所述非实心部分上通过所述倾斜电场采取放射状倾斜取向。

- 5        在一个优选的实施方案中，所述第一液晶畴中的取向和所述至少一个第二液晶畴中的取向彼此连续。

在一个优选的实施方案中，第一电极的所述非实心部分具有至少一个开口。

- 10       在一个优选的实施方案中，所述至少一个开口包括多个开口，所述多个开口的至少一部分具有大致相同的形状和大致相同的尺寸，并形成了至少一个单位格子，所述单位格子排列成具有旋转对称性。

在一个优选的实施方案中，所述多个开口的至少一部分的形状分别具有旋转对称性。

- 15       在一个优选的实施方案中，第一电极的所述非实心部分具有至少一个切除（cut-out）部分。

在一个优选的实施方案中，所述至少一个切除部分包括多个切除部分，且所述多个切除部分规则排列。

在一个优选的实施方案中，在所述多个图像元素区域的每一个中，第一电极的非实心部分的面积都小于第一电极的实心部分的面积。

- 20       在一个优选的实施方案中，所述第二基板在对应于所述多个第一液晶畴的至少一个第一液晶畴的区域中具有取向控制结构，所述取向控制结构施加取向控制力，用于至少在存在施加电压时使所述至少一个第一液晶畴中的液晶分子处于放射状倾斜取向。

- 25       在一个优选的实施方案中，所述取向控制结构设置在对应于所述至少一个第一液晶畴中心部分的区域中。

在一个优选的实施方案中，所述取向控制结构施加取向控制力，用于在不存在施加电压时使液晶分子也处于放射状倾斜取向。

在一个优选的实施方案中，所述取向控制结构是从所述第二基板突出穿过液晶层的突起。

- 30       在一个优选的实施方案中，通过从所述第二基板突出穿过液晶层的突起确

定液晶层的厚度。

在一个优选的实施方案中，第一电极的所述非实心部分是设置在第一电极中的切口。

依照本发明的第三种液晶显示器件包括第一基板；第二基板；和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。通过设置在第一基板靠近液晶层的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的且与第一电极相对的第二电极分别确定了多个图像元素区域，第一电极和第二电极之间有液晶层。在多个图像元素区域的每一个中，第一电极包括由导电膜形成的实心部分和切口，当在第一电极和第二电极之间施加电压时，所述液晶层的取向由在第一电极的切口上产生的倾斜电场控制。第一电极的实心部分上的液晶层部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  小的第二厚度  $d_2$  的第二区域，所述第二区域位于所述切口的附近。因而，达到了上述的目的。

在一个优选的实施方案中，所述第一电极的实心部分对应于所述第二区域的的部分的表面高度高于所述实心部分对应于所述第一区域的的部分的表面高度。

在一个优选的实施方案中，所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜；所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域；并且所述第一电极的实心部分对应于第二区域的部分位于所述倾斜区域上。

在一个优选的实施方案中，所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域；并且所述第一电极的实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

在一个优选的实施方案中，所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

在一个优选的实施方案中，所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板与所述第一电极之间的滤色器层；所述滤色器层包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域；且所述第一电极的实心部分对应于所述第二区域的部分位于该倾斜区域上。

在一个优选的实施方案中，所述滤色器层包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域；且所述第一电极的实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦部分上。

在一个优选的实施方案中，入射到液晶层上的光是圆偏振光，通过由液晶

层调制所述圆偏振光来提供显示。

在一个优选的实施方案中，该液晶显示器件进一步包括彼此相对的成对的偏振片，其间有液晶层，所述成对的偏振片具有彼此大体垂直的透射轴，透射轴之一水平于显示平面设置，所述切口在相对于所述透射轴之一倾斜的方向上延伸。

在一个优选的实施方案中，所述切口的延伸方向与所述透射轴之一成大约45°的角。

在一个优选的实施方案中，所述第二基板具有施加取向控制力的取向控制结构，至少在存在施加电压时该取向控制力与由所述倾斜电场提供的取向控制力一致。

在一个优选的实施方案中，所述第二基板的取向控制结构是肋。

在一个优选的实施方案中，所述第二基板的取向控制结构是设置在所述第二电极中的切口。

在一个优选的实施方案中，所述第一基板进一步包括相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的开关元件；且所述第一电极是相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的图像元素电极，并与所述开关元件电连接，所述第二电极是与所述多个图像元素电极相对的至少一个对向电极。

在一个优选的实施方案中，所述图像元素电极的实心部分上的液晶层部分在所述图像元素电极外围附近不具有所述第二区域。

依照本发明的第四种液晶显示器件，包括第一基板；第二基板；和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。通过设置在第一基板靠近液晶层的一个表面上的第一电极和设置在第二基板上的、与第一电极相对的第二电极确定了多个图像元素区域，第一电极和第二电极之间有液晶层。在多个图像元素区域的每一个中，第一电极包括由导电膜形成的实心部分和切口，当在第一电极和第二电极之间施加电压时，所述液晶层的取向由在第一电极的切口上产生的倾斜电场控制。所述第一基板进一步包括相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的开关元件。所述第一电极是相应于所述多个图像元素区域的每一个设置的图像元素电极，并与所述开关元件电连接，所述第二电极是与所述多个图像元素电极相对的至少一个对向电极。所述图像元素电极的实心部分上的液晶层部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有比第一厚度  $d_1$  大的第二

厚度  $d_2$  的第二区域, 所述第二区域位于所述图像元素电极的外围附近。因而, 实现了上述的目的。

在一个优选的实施方案中, 所述实心部分对应于所述第二区域的部分的表面高度低于所述实心部分对应于所述第一区域的部分的表面高度。

5 在一个优选的实施方案中, 所述第一基板包括透明基板和设置在透明基板和所述第一电极之间的层间绝缘膜; 所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的一个表面的高度连续变化的倾斜区域; 且所述实心部分对应于所述第二区域的部分位于所述倾斜区域上。

10 在一个优选的实施方案中, 所述层间绝缘膜包括其靠近液晶层的表面的高度基本恒定的平坦区域; 且所述实心部分对应于所述第一区域的部分位于所述平坦区域上。

在一个优选的实施方案中, 所述层间绝缘膜由光敏透明树脂形成。

15 在一个优选的实施方案中, 液晶显示器件进一步包括彼此相对的成对的偏振片, 其间具有液晶层, 所述成对的偏振片具有彼此大体垂直的透射轴, 所述透射轴之一水平于显示平面设置, 且所述切口在相对于所述透射轴之一倾斜的方向上延伸。

在一个优选的实施方案中, 所述切口的延伸方向与所述透射轴之一成大约  $45^\circ$  的角。

20 依照本发明, 第一电极的实心部分上的液晶层具有预定的厚度分布。因此, 以简单的方式改善了取向分割垂直取向型 LCD 的响应特性。本发明优选用于 CPA 型 LCD 和 MVA 型 LCD。

从下面参照附图的本发明优选实施方案的详细描述, 本发明的其它特征、元件、工艺、步骤、特性和优点将变得显而易见。

#### 附图说明

25 图 1A 和 1B 示意性地示出了本发明 LCD100 的结构, 其中图 1A 是平面图, 图 1B 是沿图 1A 的线 1B-1B' 的横截面图。

图 2A 和 2B 示出了其上施加电压时的 LCD100 的液晶层 30, 其中图 2A 示意性地示出了其中取向刚开始变化的状态 (原始 ON 状态), 图 2B 示意性地示出了稳定状态。

30 图 3A 到图 3D 每一个都示意性地示出了电力线与液晶分子取向的关系。

图 4A 到图 4C 每一个都示意性地示出了当在基板法线方向观看时 LCD100 中的液晶分子的取向。

图 5 是 LCD100 的单位实心部分的边缘部分和附近的放大横截面图。

图 6A 到图 6C 示意性地示出了液晶分子示例性的放射状倾斜取向。

5 图 7A 和 7B 是平面图，每一个都示意性地示出了在本发明的 LCD 中可使用的另一图像元素电极。

图 8A 和 8B 是平面图，每一个都示意性地示出了在本发明 LCD 中可使用的另一图像元素电极。

10 图 9A 和 9B 是平面图，每一个都示意性地示出了在本发明 LCD 中可使用的另一图像元素电极。

图 10A 和 10B 是平面图，每一个都示意性地示出了在本发明 LCD 中可使用的另一图像元素电极。

图 11 是平面图，其示意性地示出了在本发明 LCD 中使用的另一图像元素电极。

15 图 12A 和 12B 是平面图，每一个都示意性地示出了在本发明 LCD 中可使用的另一图像元素电极。

图 13A 到 13E 每一个都示意性地示出了包含取向控制结构 28 的对基板 200b。

20 图 14A 和 14B 示意性地示出了本发明的 CPA 型 LCD200，其中图 14A 是平面图，图 14B 是沿图 14A 的线 14B-14B' 的横截面图。

图 15A 到 15C 是示意性示出 LCD200 的横截面图，其中图 15A 示出了在没有施加电压时的状态，图 15B 示出了取向刚开始变化的状态(原始 ON 状态)，图 15C 示出了稳定状态。

25 图 16A 和图 16B 示意性地示出了本发明另一 CPA 型 LCD200' 的结构，其中图 16A 是平面图，图 16B 是沿图 16A 的线 16B-16B' 的横截面图。

图 17A 到 17C 是示意性示出 LCD200' 的横截面图，其中图 17A 示出了在没有施加电压时的状态，图 17B 示出了取向刚开始变化的状态(原始 ON 状态)，图 17C 示出了稳定状态。

30 图 18A 到 18C 是示意性示出包括突起(肋)的 LCD 的横截面图，所述突出还用作间隔器，其中图 18A 示出了在没有施加电压时的状态，图 18B 示出

了取向刚开始变化的状态（原始 ON 状态），图 18C 示出了稳定状态。

图 19 是示意性示出突起的横截面图，所述突起的侧面相对于基板平面的倾角大大超过  $90^\circ$ 。

图 20 是示意性示出还用作间隔器的突起的变化的横截面图。

5 图 21 是示意性显示本发明 MVA 型 LCD300 的基本结构的横截面图。

图 22 是示意性显示本发明 LCD300 的两个图像元素区域结构的平面图。

图 23 是示意性显示沿图 22 的线 23A-23A' 的 LCD300 的结构横截面图。

图 24 示意性地显示了切口附近和图像元素电极外围附近的液晶分子的取向。

10 图 25 是示意性显示本发明另一 MVA 型 LCD400 的基本结构的横截面图。

图 26 是示意性显示本发明 LCD 400 的两个图像元素区域结构的平面图。

图 27 是示意性显示沿图 26 的线 27A-27A' 的 LCD 400 的结构横截面图。

图 28 是示意性显示本发明另一 MVA 型 LCD 500 的两个图像元素区域结构的平面图。

15 图 29 是示意性显示沿图 28 的线 28A-28A' 的 LCD 500 的结构横截面图。

具体实施方式

之后，将参照附图描述本发明优选的实施方案。

下面将以使用薄膜晶体管（TFT）的有源矩阵型 LCD 为例来描述本发明的实施方案，但本发明并不限于此，也可以适用于使用 MIM 结构的有源矩阵 LCD 或简单矩阵 LCD。将透射型 LCD 作为一个例子来给出下列的描述，但本发明并不限于此，也可以适用于反射型 LCD 或透射-反射型 LCD。

注意到在本说明书中，对应于“图像元素”（显示的最小单元）的 LCD 的区域称作“图像元素区域”。在彩色 LCD 中，包括 R、G 和 B “图像元素”的多个“图像元素”对应于一个“像素”。在有源矩阵型 LCD 中，由图像元素电极和与所述图像元素电极相对的对向电极限定图像元素区域。在无源矩阵型 LCD 中，图像元素区域定义为下述的区域，即以条形图案排列的列电极之一与也以条形图案垂直于列电极排列的行电极之一交叉的区域。在具有黑色矩阵的结构中，严格地讲，图像元素区域是根据想要的显示状态在其上施加电压的每个区域的与黑色矩阵的开口相对应的部分。

30 实施方案 1

现在将参照图 1A 和图 1B 描述依照本发明 CPA 型 LCD100 的一个图像元素区域的结构。在下面的描述中，为了简便起见省略掉了滤色器和黑色矩阵。在图中，具有与 LCD100 中的相应元件大致相同功能的每个元件用相同的参考标记表示，将不再进一步描述。图 1A 是示出当在基板法线方向观看时 LCD100 的图像元素区域的平面图，图 1B 是沿图 1A 的线 1B-1B' 的横截面图。图 1B 示出了跨过液晶层没有施加电压时的状态。

LCD100 包括有源矩阵基板（之后称作“TFT 基板”）100a、对基板（也称作“滤色器基板”）100b 和设置在 TFT 基板 100a 和对基板 100b 之间的液晶层 30。液晶层 30 的液晶分子 30a 具有负的介电各向异性，在跨过液晶层 30 没有施加电压时，由于作为垂直取向层的垂直取向膜，液晶分子 30a 垂直于垂直取向膜（没有示出）的表面排列，如图 1B 中所示，所述垂直取向膜设置在每个 TFT 基板 100a 和对基板 100b 靠近液晶层 30 的一个表面上。该状态描述为液晶层 30 处于垂直取向。然而注意，取决于所使用的垂直取向膜的类型或液晶材料的类型，垂直取向的液晶层 30 的液晶分子 30a 可以稍微从垂直取向膜的表面（基板的表面）法线倾斜。一般地，垂直取向定义为下述状态，即液晶分子的轴（也称作“轴取向”）相对于垂直取向膜的表面以大约 85° 或更大的角度取向。

LCD100 的 TFT 基板 100a 包括透明基板（例如玻璃基板）11 和设置在透明基板 11 的表面上的图像元素电极 14。对基板 100b 包括透明基板（例如玻璃基板）21 和设置在透明基板 21 的表面上的对向电极 22。在每个图像元素区域中，液晶层 30 的取向根据施加在图像元素电极 14 和对向电极 22 之间的电压变化，其中图像元素电极和对向电极通过液晶层 30 彼此相对设置。通过利用穿过液晶层 30 的光的偏振或量根据液晶层 30 取向的变化而变化的现象来产生显示。

接下来，将描述 CPA 型 LCD100 中设置的图像元素电极 14 的结构和功能。如图 1A 和 1B 中所示，图像元素电极 14 包括由导电膜（例如 ITO 膜或铝膜）形成的实心部分 14a 和其中没有设置导电膜的非实心部分 14b。

实心部分 14a 包括多个基本被非实心部分 14b 包围的区域（每个这样的区域将称作“单位实心部分 14a'”）。单位实心部分 14a' 彼此具有大致相同的形状和大致相同的尺寸，且每个实心部分 14a' 具有大体圆形的形状。典型地，多个

单位实心部分 14a' 在每个图像元素区域内电连接在一起。

非实心部分 14b 包括多个开口 14b1, 每个彼此都具有大致相同的形状和大致相同的尺寸, 并如此设置, 即它们各自的中心形成方格图案。图像元素电极 14 中心处的单位实心部分 14a' 大致被四个开口 14b1 包围, 所述开口各自的中心在形成一个单位格子的四个格点处。每个开口 14b1 都具有大体为星形的形状, 该形状具有四个四分之一弧状的边 (边缘), 在四个边之间的中心处具有四折叠 (four-fold) 旋转轴。

非实心部分 14b 还包括多个切除部分 14b2。多个切除部分 14b2 位于图像元素区域的边缘部分。位于对应于图像元素区域边的区域中的切除部分 14b2 每个都具有下述形状, 该形状对应于每个开口 14b1 的形状的大约一半。位于对应于图像元素区域角的区域中的切除部分 14b2 每个都具有下述形状, 该形状对应于每个开口 14b1 的形状的大约四分之一。位于图像元素区域边缘部分中的单位实心部分 14a' 每个都大致被相应的切除部分 14b2 和相应的开口 14b1 包围。切除部分 14b2 规则排列, 且开口 14b1 和切除部分 14b2 在整个图像元素区域 (到其端部) 中形成了单位格子。通过将用于图像元素电极 14 的导电膜图形化来形成开口 14b1 和切除部分 14b2。

当在具有上述这种结构的图像元素电极 14 和对向电极 22 之间施加电压时, 在实心部分 14a 周围, 即非实心部分 14b 的边缘产生倾斜电场, 由此产生每个都具有放射状倾斜取向的多个液晶畴。在对应于开口 14b1 的每个区域中和对应于单位实心部分 14a' 的每个区域中产生所述液晶畴。

该实施方案中的图像元素电极 14 为方形, 但图像元素电极 14 的形状并不限于此。图像元素电极 14 的大体形状接近矩形 (包含正方形和长方形), 以使开口 14b1 和切除部分 14b2 可以以方格图案规则排列。甚至当图像元素电极 14 不是矩形时, 只要开口 14b1 和切除部分 14b2 规则排列 (例如以上述的方格图案排列), 使得液晶畴形成在整个图像元素区域中, 就能提供本发明的效果。

将参照图 2A 和 2B 描述由上述倾斜电场形成液晶畴的机制。图 2A 和 2B 每个都示出了跨过其施加电压时图 1B 中所示的液晶层 30。图 2A 示意性示出了根据跨过液晶层 30 施加的电压, 液晶分子 30a 的取向刚开始变化的状态 (原始 ON 状态)。图 2B 示意性示出了根据所施加的电压, 液晶分子 30a 的取向已经变化并变为稳定的状态。图 2A 和图 2B 中的曲线 EQ 表示等位线。

当图像元素电极 14 和对向电极 22 为相同的电位（跨过液晶层 30 没有施加电压时的状态）时，在每个图像元素区域中的液晶分子 30a 垂直于基板 11 和 21 的表面排列，如图 1B 中所示。

当跨过液晶层 30 施加电压时，产生了由图 2A 中示出的等位线 EQ（垂直于电力线）表示的电位梯度。位于图像元素电极 14 的实心部分 14a 和对向电极 22 之间的液晶层 30 中的等位线 EQ 平行于实心部分 14a 和对向电极 22 的表面；并在对应于图像元素区域的非实心部分 14b 的区域中下降。在非实心部分 14b 的边缘部分 EG 之上（在非实心部分 14b 的内的外围部分，包括实心部分 14a 和非实心部分 14b 之间的边界）的液晶层 30 中产生了由等位线 EQ 的倾斜部分表示的倾斜电场。

扭矩作用在具有负介电各向异性的液晶分子 30a 上，将液晶分子 30a 的轴取向引导为平行于等位线 EQ（垂直于电力线）。因此，如图 2A 中用箭头表示的，每个非实心部分 14b 的右边缘部分 EG 上的液晶分子 30a 顺时针倾斜（旋转），且每个非实心部分 14b 的左边缘部分 RG 上的液晶分子 30a 逆时针倾斜（旋转）。结果，边缘部分 EG 上的液晶分子 30a 平行于等位线 EQ 的对应部分取向。

参照图 3A 到图 3D，现在将更加详细地描述液晶分子 30a 取向的变化。

当在液晶层 30 中产生电场时，扭矩作用在具有负介电各向异性的液晶分子 30a 上，将其轴取向引导为平行于等位线 EQ。如图 3A 中所示，当产生由垂直于液晶分子 30a 轴取向的等位线 EQ 表示的电场时，以相同概率产生了促使液晶分子 30a 顺时针倾斜的扭矩或促使液晶分子 30a 逆时针倾斜的扭矩。因此，彼此相对的平行片状电极对之间的液晶层 30 具有一些受到顺时针扭作用矩液晶分子 30a 和受到逆时针扭矩作用的一些其它液晶分子 30a。结果，不能平稳地向根据跨过液晶层 30 施加的电压想要的取向转变。

如图 2A 所示，当在本发明 LCD100 的非实心部分 14b 的边缘部分 EG 处产生由相对于液晶分子 30a 的轴取向倾斜的等位线 EQ 的一部分表示的电场（倾斜电场）时，液晶分子 30a 向液晶分子 30a 平行于等位线 EQ 需要较少旋转的任何方向上（所示例子中的逆时针方向）倾斜，如图 3B 中所示。在由垂直于液晶分子 30a 的轴取向的等位线 EQ 表示电场的区域中的液晶分子 30a 与位于等位线 EQ 倾斜部分上的液晶分子 30a 在相同的方向上倾斜，使得其取向与位

于等位线 EQ 的倾斜部分上的液晶分子 30a 的取向是连续的, 如图 3C 所示。如图 3D 所示, 当产生由具有连续凹凸图案的等位线 EQ 表示的电场时, 位于等位线 EQ 平坦部分上的液晶分子 30a 如此取向, 即与由位于等位线 EQ 相邻倾斜部分上的液晶分子确定的取向方向一致。这里使用的短语“位于等位线 EQ 上”意思是指“位于由等位线 EQ 表示的电场内”。

开始于等位线 EQ 倾斜部分上的那些液晶分子 30a 的液晶分子 30a 取向的变化如上所述地进行, 并达到图 2 中示意性示出的稳定状态。位于开口 14b1 中心部分周围的液晶分子 30a 受开口 14b1 相对边缘部分 EG 处的液晶分子 30a 的各自取向的影响大致相等, 因此它们的取向保持垂直于等位线 EQ。远离开口 14b1 的中心的液晶分子 30a 受到较近的边缘部分 EG 处其它液晶分子 30a 取向的影响而倾斜, 由此形成了关于开口 14b1 的中心 SA 对称的倾斜取向。当在垂直于 LCD100 显示平面的方向(垂直于基板 11 和 21 表面的方向)上观看时, 所述取向处于其中液晶分子 30a 关于开口 14b1 的中心具有放射状轴取向(没有示出)的状态。在本说明书中, 这种取向将称作“放射状倾斜取向”。此外, 关于单轴采取放射状倾斜取向的液晶分子 30a 的区域将称作“液晶畴”。

其中液晶分子 30a 采取放射状倾斜取向的液晶畴还形成在对应于被非实心部分 14b 大致包围的单位实心部分 14a' 的区域中。对应于单位实心部分 14a' 的区域中的液晶分子 30a 受到非实心部分 14b 每个边缘部分 EG 处液晶分子 30a 的取向的影响, 从而具有关于单位实心部分 14a' 中心 SA (对应于由非实心部分 14b 形成的单位格子的中心) 对称的放射状倾斜取向。

形成在单位实心部分 14a' 上面的液晶畴中的放射状倾斜取向和形成在开口 14b1 上的放射状倾斜取向彼此连续, 并都与非实心部分 14b 的边缘部分 EG 处的液晶分子 30a 的取向一致。形成在开口 14b1 上的液晶畴中的液晶分子 30a 以向上(向着基板 100b)伸展的锥形取向, 形成在单位实心部分 14a' 上的液晶畴中的液晶分子 30a 以向下(向着基板 100a)伸展的锥形取向。形成在单位实心部分 14a' 上的液晶畴中的取向也与在切除部分 14b2 上的液晶层 30 中的液晶分子 30a 的取向一致。如上所述, 形成在实心部分 14a 上的液晶畴中的放射状倾斜取向和形成在非实心部分 14b 上的液晶层(包括形成在开口 14b1 上的液晶畴)中的取向彼此连续。因此, 沿它们之间的边界没有形成旋错(disclination)线(取向缺陷)。因而, 不会发生由于发生旋错线而产生的显示质量下降。

为了减轻 LCD 显示质量对方位角上视角依赖性，在各个方位角上取向的液晶分子 30a 的存在概率在每个图像元素区域中优选具有旋转对称性，更优选具有轴对称性。换句话说，形成在整个图像元素区域中的液晶畴优选排列成具有旋转对称性，更优选具有轴对称性。然而，液晶畴在整个图像元素区域中不是绝对必须具有旋转对称性。只要图像元素区域中液晶层形成为一组排列成具有旋转对称性（或轴对称性）的液晶畴（例如，一组以方格图案排列的多个液晶畴）就足够了。因此在图像元素区域中的多个开口 14b1 并不绝对必须排列成在整个图像元素区域中具有旋转对称性。只要图像元素区域包括一组排列成具有旋转对称性（或轴对称性）的开口 14b1（例如，一组以方格图案排列的多个开口）就足够了。对于由开口 14b1（以及由切除部分 14b2）大致包围的实心部分 14a' 适用相同的情形。每个液晶畴的形状优选具有旋转对称性，甚至轴对称性，每个开口 14b1 和每个单位实心部分 14a' 的形状也优选具有旋转对称性，甚至轴对称性。

注意，可以不在开口 14b1 中心部分周围的液晶层 30 上施加足够的电压，结果，开口 14b1 中心部分周围的液晶层 30 对显示没有贡献。换句话说，即使开口 14b1 中心部分周围的液晶层 30 的放射状倾斜取向被打乱到一定程度（例如，即使中心轴从开口 14b1 的中心偏移），显示质量也不会下降。因此，只要至少对应于单位实心部分 14a' 形成液晶畴，就可在每个图像元素区域中获得液晶分子的连续性，从而实现宽视角特性和高显示质量。

如上面参照图 2A 和图 2B 描述的，本发明 LCD100 的图像元素电极 14 包括不具有导电膜的非实心部分 14b，并且在图像元素区域中的液晶层 30 中产生了由具有倾斜部分的等位线 EQ 表示的电场。在没有施加电压时垂直取向的液晶层 30 中具有负介电各向异性的液晶分子 30a，随着位于等位线 EQ 倾斜部分上的用作触发器的液晶分子 30a 的取向变化而改变它们的取向方向。因而，具有稳定放射状倾斜取向的液晶畴形成在开口 14b1 和单位实心部分 14a' 上。通过液晶畴中液晶分子取向的变化产生显示，根据跨过液晶层施加的电压发生所述变化。

下面将描述单位实心部分 14a' 以及图像元素电极 14 的开口 14b1 和切除部分 14b2 的形状和排列（当在基板法线方向上观看时）。

由于液晶分子的取向（光学各向异性），LCD 的显示特性表现出方位角依

赖性。为了减小显示特性的方位角依赖性，优选液晶分子以大致相同的概率在所有方位角上取向。更优选在每个图像元素区域中的液晶分子以大致相同的概率在所有方位角上取向。因此，每个单位实心部分 14a' 优选具有使得液晶畴如此形成的形状，即对应于单位实心部分 14a' 的每个液晶畴中的液晶分子 30a 以大致相同的概率在所有方位角上取向。更具体地说，单位实心部分 14a' 的形状优选具有关于通过每个单位实心部分 14a' 的中心延伸（在法线方向上）的对称轴的旋转对称性（更优选地，具有至少两折旋转轴的对称性）。开口 14b1 的形状也优选具有旋转对称性，开口 14b1 还优选排列成具有旋转对称性。

单位实心部分 14a' 和开口 14b1 不是绝对必须排列成在整个图像元素区域中具有旋转对称性。如图 1A 所示，只要图像元素区域由例如作为最小单元的多个方格（具有四个折旋转轴对称性）的组合来形成，则整个图像元素区域中液晶分子 30a 就可以以大致相同的概率在所有方位角上取向。

将参照图 4A 到 4C 来描述当如图 1A 所示，包围大体圆形的单位实心部分 14a' 的大体星形的开口 14b1 以方格图案排列时，液晶分子 30a 的取向。

图 4A 到图 4C 每个都示意性示出了当在基板法线方向上观看时液晶分子 30a 的取向。在例如 4B 和图 4C 的图中，示出了当在基板法线方向上观看时液晶分子 30a 的取向，画为椭圆的液晶分子 30a 的黑点端表示液晶分子 30a 如此倾斜，即黑点端比另一端更接近其上设置有图像元素电极 14 的基板。这适用于所有的随后的附图。现在将描述图 1A 中示出的图像元素区域中的单个单位格子（由四个开口 14b1 形成）。沿图 4A 到图 4C 各自的对角线的横截面分别对应于图 1B、图 2A 和图 2B，在下面的描述中还将参照图 1B、图 2A 和图 2B。

当图像元素电极 14 和对向电极 22 处于同一电位时，即在跨过液晶层 30 没有施加电压时的状态下，其取向由设置在 TFT 基板 100a 和对基板 100b 中的每一个的靠近液晶层 30 一侧上的垂直取向层（没有示出）控制的液晶分子 30a 具有如图 4A 所示的垂直取向。

当跨过液晶层 30 施加电场，以产生如图 2A 中所示的等位线 EQ 表示的电场时，扭矩就作用在具有负介电各向异性的液晶分子 30a 上，从而将其轴取向导向为平行于等位线 EQ。如上面参照图 3A 和图 3B 所描述的，对于在由垂直于其分子轴的等位线 EQ 表示的电场下的液晶分子 30a，液晶分子 30a 将要倾斜（旋转）的方向并不唯一地确定（图 3A）。因此，不容易发生取向变化（倾

斜或旋转)。相反,对于位于相对于其分子轴倾斜的等位线 EQ 下的液晶分子 30a,倾斜(旋转)方向被唯一限定。因而,容易发生取向变化。因此,如图 4B 所示,液晶分子 30a 从开口 14b1 的边缘部分开始倾斜,在该边缘部分,液晶分子 30a 的分子轴相对于等位线 EQ 倾斜。然后,如上面参照图 3C 描述的,周围的液晶分子 30a 如此倾斜,即与开口 14b1 边缘部分处的已倾斜的液晶分子 30a 的取向相一致。然后,液晶分子 30a 的轴取向变为稳定,如图 4C 所示(放射状倾斜取向)。

如上所述,当开口 14b1 的形状具有旋转对称性时,一旦施加电压,图像元素区域中的液晶分子 30a 就从每个开口 14b1 的边缘部分开始,向着开口 14b1 的中心相继倾斜。结果,每个开口 14b1 中心周围的那些液晶分子 30a 相对于基板平面保持垂直取向,在每个开口 14b1 的中心周围,边缘部分的液晶分子 30a 的各自取向控制力达到平衡。周围的液晶分子 30a 关于那些在每个开口 14b1 中心周围的液晶分子 30a 以放射状图案倾斜,随着液晶分子 30a 远离开口 14b1 的中心,倾斜度逐渐增加。

在对应于由以方格图案排列的四个大体为星形的开口 14b1 包围的大体圆形的单位实心部分 14a' 的区域中的液晶分子 30a 的倾斜也与通过每个开口 14b1 边缘部分处产生的倾斜电场而倾斜的液晶分子 30a 的取向一致。结果,在每个实心部分 14a' 中心周围的那些液晶分子 30a 相对于基板平面保持垂直取向,在单位实心部分 14a' 中心周围,来自边缘部分液晶分子的各自取向控制力达到平衡。周围的液晶分子 30a 关于那些在单位实心部分 14a' 中心周围的液晶分子 30a 以放射状图案倾斜,随着液晶分子 30a 远离单位实心部分 14a' 的中心,倾斜度逐渐增加。

如上所述,当其中每个液晶分子 30a 都具有放射状倾斜取向的液晶畴以方格图案排列时,各个轴取向的液晶分子 30a 的存在概率具有旋转对称性。结果可实现高质量的显示,对任何视角都没有不均匀性。为了减小具有放射状倾斜取向的液晶畴的视角依赖性,液晶畴优选具有高的旋转对称度(优选具有至少两折旋转轴,更优选具有至少四折旋转轴)。

如上所述,在 LCD100 中,每个液晶区域都包括含有开口 14b1 和切除部分 14b2 的非实心部分 14b。归功于这种结构,形成了具有放射状倾斜取向的液晶畴。结果,提供了宽视角。

在依照本发明的 LCD100 中, 例如如图 1B 中所示, 单位实心部分 14a' 上的液晶层 30 包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有第二厚度  $d_2$  的第二区域, 其中第二厚度  $d_2$  小于第一厚度  $d_1$ 。第二区域位于单位实心部分 14a' 的边缘部分之上 (接近单位实心部分 14a' 的外围), 第一区域的位置比第二区域靠内。在 LCD100 中, 单位实心部分 14a' 边缘部分上的单元间隙小于单位实心部分 14a' 的其它部分上的单元间隙。

一般地, 因为电场的影响更加显著, 所以液晶分子的响应速度随着液晶层厚度 (单元间隙) 的减小而升高, 液晶分子的响应时间大体与液晶层厚度的平方成比例。因此, 具有相对小厚度  $d_2$  的第二区域的响应速度高于具有相对大厚度  $d_1$  的第一区域的响应速度。在单位实心部分 14a' 边缘部分上的第二区域中的液晶分子 30a 触发了放射状倾斜取向的形成。因此, 当第二区域中的液晶分子 30a 的响应速度较高时, 液晶畴形成更加迅速。结果, 提高了液晶层 30 整体的响应速度。因而, 依照本发明的 LCD100 具有极好的响应特性。

虽然通过减小整个图像元素区域上的单元间隙可进一步提高响应速度, 然而为了给穿过液晶层 30 的光提供预定的延迟, 必须提高液晶材料的折射率各向异性 ( $\Delta n$ )。然而, 对于通常的液晶材料, 随着折射率各向异性的增加, 粘性也增加, 这抵消了由减小单元间隙而获得的响应速度的改善。因此, 通过简单减小整个图像元素区域中的液晶层 30 的厚度不可能提高响应速度。相反, 在依照本发明的 LCD100 中, 仅在一部分图像元素区域 (对应于单位实心部分 14a' 边缘部分的区域) 中减小了单元间隙。因而, 不需要提高液晶材料的折射率各向异性 ( $\Delta n$ ) 就可充分提高响应速度。

随着第二区域的厚度  $d_2$  减小且也随着第一区域的厚度  $d_1$  与第二区域的厚度  $d_2$  之间的差的增大, 改善响应速度的效果越大。具体地说, 为了充分提高响应速度, 第一区域的厚度  $d_1$  与第二区域的厚度  $d_2$  之间的差优选为  $0.5\mu\text{m}$  或更大, 更优选  $1\mu\text{m}$  或更大, 进一步优选  $1.5\mu\text{m}$  或更大。

不是绝对必须减小图像元素区域中所有单位实心部分 14a' 边缘部分上的单元间隙 (厚度  $d_2$ )。通过仅减小单位实心部分 14a' 一部分的边缘部分上的单元间隙就可获得提高响应速度的效果。然而为了提高响应速度, 优选减小图像元素区域的尽可能多的单位实心部分 14a' 边缘部分上的单元间隙。最优选减小图像元素区域的所有单位实心部分 14a' 中边缘部分上的单元间隙。

在本实施方案中,例如图 1B 所示,通过将单位实心部分 14a'边缘部分(对应于第二区域)的表面设定得比单位实心部分 14a'其它部分(对应于第一区域)的表面高,可将单位实心部分 14a'边缘部分上的单元间隙变小。更具体地说,在图像元素电极 14 和透明基板 11 之间设置层间绝缘膜 12,层间绝缘膜 12 的表面高度局部变化,使得形成在其上的单位实心部分 14a'的表面在边缘部分比在单位实心部分 14a'的其它部分要高。

层间绝缘膜 12 包括其靠近液晶层 30 的一个表面的高度连续变化的倾斜区域 12a, 和其靠近液晶层 30 的表面的高度基本恒定的平坦区域 12b。单位实心部分 14a'的边缘部分(对应于第二区域)位于倾斜区域 12a 上,单位实心部分 14a'的其它部分(对应于第一区域)位于平坦区域 12b 上。

考虑到显示质量,优选层间绝缘膜 12 的倾斜区域 12a 的倾角(相对于基板 11 表面的倾角)小。形成在倾斜区域 12a 上的垂直取向膜具有用于将液晶分子 30a 垂直于垂直取向膜取向的取向控制力。因此,在倾斜区域 12a 上的液晶分子 30a 在相对于基板 11 的表面倾斜的方向上取向。在该点上,液晶分子 30a 的倾斜度随着倾斜区域 12a 倾角的增大而增大。因为垂直取向膜的取向控制力不论施加电压存在/不存在时都发挥作用,所以由于倾斜区域 12a 上的倾斜液晶分子 30a,在黑色显示时发生光泄漏。因此,当倾斜区域 12a 的倾角过大时,对比度下降。因而,倾斜区域 12a 的倾角优选小,层间绝缘膜 12 优选具有平缓的倾斜。具体地说,层间绝缘膜 12 的倾斜区域 12a 相对于基板 11 表面的倾角优选为 30°或更小,更优选 20°或更小。

注意,如果单位实心部分 14a'的表面高度在整个单位实心部分 14a'上连续变化,则液晶层 30 的延迟在整个单位实心部分 14a'上不再恒定,这使得显示质量恶化。在这种情形中,难以通过使用相位差补偿器等来适当补偿相位差。在层间绝缘膜 12 包括如本实施方案中的、靠近液晶层 30 的表面高度大致恒定的平坦区域 12b 的情形中,可以抑制这种问题的产生。

例如可通过使用光掩模曝光和显影光敏透明树脂膜,然后通过热处理使该膜热变形来形成如上所述具有平缓倾斜的层间绝缘膜 12。具体地说,如下形成如图 1B 所示的层间绝缘膜 12。首先,在透明基板 11 的表面上形成光敏树脂膜。接着,使用光掩模曝光该光敏树脂膜,使得对应于非实心部分 14b 的一部分不被曝光,对应于实心部分 14a 的一部分暴露于预定量的光。然后,显影该

膜并在预定温度下热处理该膜。结果，获得了如图 1B 所示的具有平缓倾斜的形状。进行上述曝光处理的曝光值使得对应于实心部分 14a 的光敏树脂膜的一部分不完全被移除，而是在显影处理后部分保留。这种曝光工艺称作“半曝光工艺”。

- 5 也可以在对应于非实心部分 14b 的透明基板 11 的一部分上形成下层后，形成层间绝缘膜。使用该方法，如此形成该层间绝缘膜，即其一部分骑在所述下层上面。结果，获得了具有上述形状(layer)的层间绝缘膜。当使用与黑色矩阵或线相同的材料、相同的步骤形成所述下层时，可限制制造步骤的增加。

10 在该实施方案的 LCD100 中，优选使用利用圆偏振光的显示模式，即其中入射到液晶层 30 上的光为圆偏振光且通过液晶层 30 调制该圆偏振光以显示图像的显示模式。之后，将参照图 5 描述该原因。图 5 是示出存在施加电压时单位实心部分 14a' 边缘部分的放大横截面图。

如图 5 中所示，在倾斜表面上形成单位实心部分 14a' 的边缘部分的情形中，当施加电压时，单位实心部分 14a' 边缘部分上的液晶分子 30a 与非实心部分 14b 上的液晶分子 30a 之间的取向连续性可能会恶化。由于电场效应，边缘部分上的液晶分子 30a 下落一次，然后为了保持与相邻液晶分子 30a 的取向连续性（为了垂直于图 5 的页面取向），慢慢改变其取向的方位角，如图 5 中箭头表示。因而，接近边缘部分的液晶分子 30a 响应于电压施加而表现出两步响应行为。在使用线偏振光的显示模式中，其中取向的方位角慢慢变化的第二步改变了透射率（亮度），且不能提供由局部减小单位实心部分 14a' 边缘部分上的单元间隙而改善响应速度的充分效果。形成对比的是，在使用圆偏振光的显示模式中，液晶分子 30a 方位角的变化不会显著影响透射率。因而，提供了改善响应速度的显著效果。

25 例如通过在液晶层 30 两侧提供圆偏振片（例如线偏振片和  $\lambda/4$  片的组合），可实现使用圆偏振光的显示模式。

对于液晶分子 30a 的放射状倾斜取向，图 6B 或图 6C 中分别示出的具有逆时针或顺时针螺旋图案的放射状倾斜取向比图 6A 中示出的简单放射状倾斜取向更加稳定。螺旋取向不同于其中液晶分子 30a 的取向方向沿液晶层 30 的厚度螺旋变化的正常扭曲取向。在螺旋取向中，液晶分子 30a 的取向方向沿液晶层 30 的厚度对于微小区域基本不变。换句话说，在液晶层 30 任何厚度处的

横截面（平与层平面的平面）中的取向如图 6B 或图 6C 所示，沿液晶层 30 的厚度基本没有扭曲变形。然而对于作为整体的液晶畴，可能有某一程度的扭曲形变。

当使用通过将手征试剂（chiral agent）添加到具有负介电各向异性的向列  
5 液晶材料而获得的材料时，在施加电压时，液晶分子 30a 具有关于开口 14b1 或单位实心部分 14a' 逆时针或顺时针螺旋图案的放射状倾斜取向，如图 6B 或图 6C 分别示出的。螺旋图案是逆时针还是顺时针由所使用的手征试剂的种类确定。因而，在施加电压时通过控制开口 14b1 或单位实心部分 14a' 上的液晶层 30 成为螺旋图案的放射状倾斜取向，放射状倾斜的液晶分子 30a 关于垂直  
10 于基板平面站立的其它液晶分子 30a 的螺旋图案的方向在全部液晶畴中可以不变。因此，可实现均匀显示，而没有显示不均匀。因为垂直于基板平面站立的液晶分子 30a 周围的螺旋图案的方向是一定的，所以还可以提高跨过液晶层 30 施加的电压时的响应速度。

此外，当添加较大量的手征试剂时，液晶分子 30a 的取向同常规扭曲取向  
15 一样沿着液晶层 30 的厚度以螺旋图案变化。当液晶分子 30a 的取向沿液晶层 30 的厚度不以螺旋图案变化时，垂直于或平行于偏振片偏振轴取向的液晶分子 30a 不会赋予入射光相位差。因此，穿过这种取向区域的入射光对透射率没有贡献。相反，当液晶分子 30a 的取向沿液晶层 30 的厚度以螺旋图案变化时，垂直于或平行于偏振片偏振轴取向的液晶分子 30a 会赋予入射光相位差，还可以利用  
20 旋光本领。因此，穿过这种取向区域的入射光对透射率有贡献。因此，可获得能产生明亮显示的 LCD。

图 1A 示出了其中每个都具有大体圆形形状的单位实心部分 14a'，和每个都具有大体星形形状的开口 14b1 以方格图案排列的例子。然而，单位实心部分 14a' 的形状和开口 14b1 的形状及排列并不限于上面的那些例子。

25 图 7A 和图 7B 是分别示出具有形状不同的各自的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 的图像元素电极 14A 和 14B 的平面图。

图 7A 和图 7B 中分别示出的图像元素电极 14A 和 14B 的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 稍微从图 1A 中示出的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 扭曲。图像元素电极 14A 和 14B 的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 规则排列，从而具有  
30 两折旋转轴（不是四折旋转轴），以形成长方形单位格子。在图像元素电极 14A

和 14B 中，开口 14b1 具有扭曲的星形形状，单位实心部分 14a' 具有大体椭圆形的形状（扭曲的圆形形状）。图像元素电极 14A 和 14B 还提供了具有高显示质量和期望视角特性的 LCD。

此外，也可以使用图 8A 和图 8B 中分别示出的图像元素电极 14C 和 14D。

5 在图像元素电极 14C 和 14D 中，大体十字形的开口 14b1 以方格图案排列，使得每个单位实心部分 14a' 具有大体方形的形状。当然，也可以扭曲这些图案，使得有长方形的单位格子。如上所述，或者可以通过规则排列大体矩形（包含方形和长方形）的单位实心部分 14a'，获得具有高显示质量和期望视角特性的 LCD。

10 值得注意的是，为了稳定放射状倾斜取向，开口 14b1 和/或单位实心部分 14a' 的形状优选是圆形或椭圆形，而不是矩形。可能的原因是使用圆形或椭圆形的形状，每个开口 14b1 和/或每个单位实心部分 14a' 的边缘更加连续（光滑），从而液晶分子 30a 的取向方向变化更加连续（光滑）。

考虑到上述液晶分子 30a 取向方向的连续性，也可以使用图 9A 和图 9B  
15 中分别示出的图像元素电极 14E 和 14F。图 9A 中示出的图像元素电极 14E 是图 1A 中示出的图像元素电极 14A 的变体，并且具有仅由四个弧限定的开口 14b1。图 9B 中示出的图像元素电极 14F 是图 8B 中示出的图像元素电极 14D 的变体，并且与单位实心部分 14a' 交界的开口 14b1 的边是弧形。在图像元素电极 14E 和 14F 中，开口 14b1 和单位实心部分 14a' 以方格图案排列，并具有  
20 四个折叠旋转轴。可选择地，如图 7A 和 7B 中示出的，开口 14b1 和单位实心部分 14a' 可扭曲成以长方形格子图案排列，并具有两折旋转轴。

考虑到响应速度，也可以使用图 10A 和图 10B 中分别示出的图像元素电极 14G 和 14H。图 10A 中示出的图像元素电极 14G 是图 8A 中示出的包括大体方形单位实心部分 14a' 的图像元素电极 14C 的变形。在图像元素电极 14G  
25 中，单位实心部分 14a' 具有扭曲的方形形状，该方形形状具有锐角角部分。在图 10B 中示出的图像元素电极 14H 中，单位实心部分 14a' 具有大体星形的形状，该星形的形状具有八个边（边缘）并具有四个锐角角部分，在所述边的中心具有四折旋转轴。这里使用的术语“锐角角部分”是指角度小于 90° 的角或圆形角。

30 当单位实心部分 14a' 具有图 10A 和图 10B 中示出的锐角角部分时，其中

产生倾斜电场的边缘部分的数量增加。因此，倾斜电场作用在更多数量的液晶分子 30a 上。响应于电场而最初开始倾斜的液晶分子 30a 的数量增加了，由此减小了在整个图像元素区域上形成放射状倾斜取向所需要的时间。结果，提高了对跨过液晶层 30 施加电压的响应速度。

5 此外，当单位实心部分 14a' 具有锐角部分时，与单位实心部分 14a' 具有大体圆形形状或大体矩形形状的情况相比，提高（或减小）了在特定方位角方向上取向的液晶分子 30a 的存在概率。换句话说，给在各个方位角方向上取向的液晶分子 30a 的存在概率引入了高度方向性。因此，当在包括偏振片的、其中线性偏振光入射到液晶层 30 上的 LCD 中的单位实心部分 14a' 中使用锐角部分时，可减小垂直于或水平于偏振片的偏振轴取向的液晶分子 30a（即不给  
10 入射光提供相位差的液晶分子 30a）存在的概率。这就提高了光透射率，实现了更亮的显示。

图 7A 和 7B、8A 和 8B、9A 和 9B、以及 10A 和 10B 示出了其中每个图像元素区域都包括多个开口 14b1 的结构。可选择地，如参照图 1B 所述的，可通过在图像元素区域中设置一个开口 14b1，或通过仅设置切除部分 14b2 而没有开口 14b1，可在每个图像元素区域中形成多个液晶畴。不是绝对必须在对应于图像元素电极 14 的（多个）开口 14b1 的（多个）区域中形成液晶畴。只要与实心部分 14a（单位实心部分 14a'）相对应地形成具有放射状倾斜取向的液晶畴就足够了。使用该结构，即使与开口 14b1 相对应形成的液晶畴不具有放射状倾斜取向，也可在图像元素区域中实现液晶分子 30a 的取向连续性。因此，  
15 稳定了与实心部分 14a 相对应提供的液晶畴的放射状倾斜取向。特别当如图 8A 和图 8B 所示，开口 14b1 具有小的面积时，开口 14b1 对显示的贡献度也是小的。因此，由缺少与开口 14b1 相对应采取放射状倾斜取向的液晶畴导致的显示质量下降是可以忽略的。

25 在上述的例子中，开口 14b1 为大体星形或十字形，单位实心部分 14a' 为大体圆形、大体的椭圆、大体的方形（矩形）或具有圆形角的大体矩形。可选择地，开口 14b1 和单位实心部分 14a' 可以以负/正的方式反转。图 11 是示出图像元素电极 14I 的平面图，该图像元素电极 14I 具有其中图 1A 中示出的图像元素电极的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 以负/正的方式反转的图案。图 11 中  
30 示出的图像元素电极 14I 具有与图 1A 中示出的图像元素电极 14 大致相同的功

能和效果。图 12A 和图 12B 分别示出了图像元素电极 14J 和图像元素电极 14K。图像元素电极 14K 具有其中图像元素电极 14J 的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 以负/正的方式反转的图案。当开口 14b1 和单位实心部分 14a' 都是与图像元素电极 14J 和 14K 情形中相同的大体方形时，由负/正反转获得的图案可以产生  
5 与反转前图案相同的图案。

即使在图 1B 中的开口 14b1 和单位实心部分 14a' 如图 11 中所示反转时，也优选在图像元素电极 14 的边缘部分中形成切除部分 14b2（每个都具有对应于每个开口 14b1 的大约一半或四分之一的形状），使得单位实心部分 14a' 具有旋转对称性。使用这种图案，可在图像元素区域边缘部分中提供与其中心部分  
10 中一样的由倾斜电场产生的效果，这样在整个图像元素区域中实现了稳定的放射状倾斜取向。

采用或不采用负/正反转，非实心部分 14b 和实心部分 14a 间边界的长度都是相同的。这些图案中的差别在产生倾斜电场的功能方面没有产生差别。然而，单位实心部分 14a' 相对于图像元素区域的整个面积的面积比率在这些图案  
15 之间可以是不同的。更具体地说，用于产生作用于液晶层 30 中的液晶分子 30a 上的电场的单位实心部分 14a' 的面积（实际上是具有导电膜的面积）在这些图案之间是不同的。

跨过与开口 14b1 相对应形成的液晶畴施加的电压小于跨过与单位实心部分 14a' 相对应形成的液晶畴施加的电压。因此，对于常黑显示，由与开口 14b1  
20 相对应的液晶畴提供的显示较暗。因此，优选减小每个图像元素区域中的非实心部分 14b 的面积比率，且提高单位实心部分 14a' 的面积比率。

现在，将描述具有稳定放射状倾斜取向的单位实心部分 14a' 的形状与透射率值之间的关系。

本发明人研究发现，单位实心部分 14a' 的间隔（排列间距）是恒定的，当  
25 单位实心部分 14a' 的形状越接近圆形或椭圆形时，取向稳定性越高。这是因为当单位实心部分 14a' 的形状越接近圆形或椭圆形时，放射状倾斜取向的液晶分子 30a 的取向方向的连续性越高。

还发现单位实心部分 14a' 的形状越接近矩形，例如方形或长方形矩形时，透射率越高。这是因为当单位实心部分 14a' 的形状越接近矩形时，单位实心部  
30 分 14a' 的面积比率越高，由此提高了直接受电极产生的电场影响的液晶层的面积。

积（垂直于基板法线方向的平面内限定的面积），因而提高了有效开口率。

因此，可根据想要的取向稳定性和想要的透射率确定单位实心部分 14a' 的形状。

当每个单位实心部分 14a' 具有大体方形形状且该方形形状具有大体弧形角部分时，如图 9B 中所示，可实现相对高的取向稳定性和相对高的透射率。当然，当单位实心部分 14a' 具有大体矩形形状且该矩形形状具有大体弧形角部分时，可获得大致相同的效果。注意，由于制造工艺上的限制，由导电膜形成的单位实心部分 14a' 的角部分严格地说可能不是弧形，而是钝角多边形（包含多个超过 90° 的角的形状），且所述角部分具有稍微扭曲的弧形（例如，椭圆的一部分）或扭曲的多边形，而不是四分之一弧形或规则多边形（例如，规则多边形的一部分）。可选择地，角部分可以具有曲线与钝角相结合的形状。这里使用的术语“大体弧形”包含任何这些形状。注意，由于相似的与工艺相关的原因，图 1A 中示出的大体圆形的单位实心部分 14a' 可具有多边形或扭曲的形状，而不是严格的圆形。

对于该实施方案中的 LCD100，可以采取与公知的垂直取向型 LCD 相同的结构，只是以预定的方式图形化图像元素电极 14，从而使其包括实心部分 14a 和非实心部分 14b，且单位实心部分 14a' 边缘部分上的液晶层 30 的厚度  $d_1$  小于单位实心部分 14a' 其它部分上的液晶层 30 的厚度  $d_2$ 。因而，可使用公知的制造方法制造 LCD100。

典型地，在图像元素电极 14 和对向电极 22 中的每个靠近液晶层 30 的一侧上设置作为垂直取向层的垂直取向膜（没有示出），以将具有负介电各向异性的液晶分子垂直排列。

液晶分子可以是具有负介电各向异性的向列液晶材料。通过将二色性染料添加到具有负介电各向异性的向列液晶材料可获得宾-主式 LCD。宾-主式 LCD 不需要偏振片。

所谓的“垂直取向型 LCD”包括液晶层，其中具有负介电各向异性的液晶分子在没有施加电压时垂直排列，该垂直取向型 LCD 能以各种显示模式显示图像。例如，该垂直取向型 LCD 可以用在双折射模式（其中在该模式中通过用电场控制液晶层的双折射来显示图像）、光学旋转模式、或光学旋转模式与双折射模式的组合显示模式中。通过在上述任意 LCD 的一对基板（例如 TFT

基板和对基板)的外侧(远离液晶层30的侧)上设置一对偏振片,可获得双折射模式LCD。此外,如果需要,可以设置相位差补偿器(典型为相位片)。为了通过抑制两步响应行为而获得极好的响应特性,优选使用上面提到的利用圆偏振光的显示模式。

## 5 实施方案2

本实施方案的LCD与实施方案1的LCD100的区域在于,对基板包括取向控制结构。

图13A到图13E每一个都示出了具有取向控制结构28的对基板200b。具有与LCD100中大致相同功能的每个元件用相同的参考标记表示,将不再进一步描述。

图13A到13E中示出的每一个取向控制元件28都用于将液晶层30的液晶分子30a取向为放射状倾斜取向。注意到图13A到图13D中示出的取向控制结构28和图13E中示出的在液晶分子30a的倾斜的方向上不同。

其中通过图13A到13D中示出的取向控制结构28倾斜的液晶分子30a的方向沿每个液晶畴的放射状倾斜取向的取向方向排列,所述液晶畴形成在对应于图像元素电极14的单位实心部分14a'的区域中(例如见图1A和图1B)。相反,其中通过图13E中示出的取向控制结构28倾斜的液晶分子30a的方向沿每个液晶畴的放射状倾斜取向的取向方向排列,所述液晶畴形成在对应于图像元素电极14的开口14b1的区域中(例如见图1A和图1B)。

图13A中示出的取向控制结构28由对向电极22的开口22a形成。在对基板200b靠近液晶层30的一个表面上设置有垂直取向膜(没有示出)。

仅在存在施加电压时,取向控制结构28才施加取向控制力。因为仅需要取向控制结构28向由TFT基板100a的电极结构形成的放射状倾斜取向的每个液晶畴中的液晶分子30a施加取向控制力,所以开口22a的尺寸小于设置在TFT基板100a中的开口14b1,并小于单位实心部分14a'(例如见图1A)。例如仅用小于或等于开口14b1或单位实心部分14a'一半的面积就可获得足够效果。当对向电极22的开口22a如此设置,即与图像元素电极14的单位实心部分14a'的中心部分相对时,液晶分子30a的取向连续性提高,并可以固定放射状倾斜取向的中心轴的位置。

如上所述,当将仅在存在施加电压时施加取向控制力的结构用作取向控制

结构时, 在没有施加电压时, 液晶层 30 大致所有的液晶分子 30a 都具有垂直取向。因此, 当使用常黑模式时, 在黑色显示中基本不会发生光泄漏, 由此实现了具有期望对比度的显示。

然而, 在没有施加电压时, 不会施加取向控制力, 因而不会形成放射状倾斜取向。此外, 当施加的电压较低时, 仅具有很微弱的取向控制力。因而, 当给液晶面板施加相当大的压力时, 可以观察到残像。

图 13B 到图 13D 中示出的每个取向控制结构 28 不管施加电压存在/不存在都会施加取向控制力。因而在任何显示灰度级都会获得稳定的放射状倾斜取向, 并提供了对压力的高抵抗力。

图 13B 中示出的取向控制结构 28 包括设置在对向电极 22 上的、突进液晶层 30 的突起(肋) 22b。尽管对突起 22b 的材料没有特别限制, 但通过使用例如树脂的介电材料可以容易地形成突起 22b。在对基板 200b 靠近液晶层 30 的一个表面上设置有垂直取向膜(没有示出)。突起 22b 通过其表面结构(具有垂直取向能力)使液晶分子 30a 取向为放射状倾斜取向。优选使用通过热而变形的树脂材料, 在该情形中, 在图形化后通过热处理很容易形成图 13B 中所示的具有稍微隆起的横截面的突起 22b。具有图 13B 中所示的具有顶点(例如球形的一部分)的稍微隆起的横截面的突起 22b 或圆锥突起提供了固定放射状倾斜取向中心位置的极好效果。

提供图 13C 中示出的取向控制结构 28 作为面对液晶层 30 的水平取向表面, 该取向控制结构设置在形成于对向电极 22 下面(即对向电极 22 靠近基板 21 的一侧上)的电介质层 23 的开口 23a(或凹入的部分)中。通过形成垂直取向膜 24 以覆盖对基板 200b 靠近液晶层 30 的一侧, 但并不覆盖对应于开口 23a 的区域, 来提供水平取向表面。可选择地, 可在图 13D 中示出的开口 23a 中设置水平取向膜 25。

例如通过跨过对基板 200b 的整个表面一次设置垂直取向膜 24, 然后用 UV 光选择性地辐射开口 23a 中的垂直取向膜 24 的部分以减小其垂直取向能力, 来设置图 13D 中示出的水平取向膜。取向控制结构 28 所需要的水平取向能力不必高到使得最终预倾角与 TN 型 LCD 中使用的取向膜导致的一样小。例如 45° 或更小的预倾角就足够了。

如图 13C 和 13D 中所示出的, 在开口 23a 的水平取向表面上, 液晶分子

30a 被迫成为相对于基板表面为水平。结果，液晶分子 30a 形成与周围的、垂直取向膜 24 上垂直排列的液晶分子 30a 的取向连续的取向，由此获得了如图 13C 和图 13D 中所示出的放射状倾斜取向。

仅通过选择性地在对向电极 22 的平坦表面上设置水平取向表面（例如，  
5 电极表面或水平取向膜），而不必在对向电极 22 的表面上设置（通过电介质层 23 中的开口形成的）凹入部分，就可获得放射状倾斜取向。然而，通过凹入部分的表面结构可进一步稳定放射状倾斜取向。

例如优选使用滤色器层或滤色器层的涂层作为电介质层 23 来形成对基板 200b 靠近液晶层 30 的表面中的凹入部分，因为这不会增加制造步骤的数量。  
10 在图 13C 和图 13D 所示出的结构中，因为没有通过突起 22b 跨过液晶层 30 施加电压的区域，所以光利用效率减小很少，这与图 13B 中所示出的结构不同。

在图 13E 中示出的取向控制结构 28 中，如图 13D 中示出的取向控制结构 28 一样，通过使用电介质层 23 的开口 23a 在对基板 200b 靠近液晶层 30 的一侧上形成凹入部分，并仅在凹入部分的底部分形成水平取向膜 26。代替形成水  
15 平取向膜 26，也可以如图 13C 中所示出地暴露对向电极 22 的表面。

图 14A 和图 14B 中示出了具有如上所述的任何取向控制结构的 LCD200。图 14A 是平面图，图 14B 是沿图 14A 的线 14A-14A' 的横截面图。

LCD200 包括：具有含有实心部分 14a 和非实心部分 14b 的图像元素电极 14 的 TFT 基板 100a，和具有取向控制结构 28 的对基板 200b。TFT 基板 100a  
20 的结构不限于这里所示出的结构，而可以是上述任何其它结构。此外，尽管使用甚至不存在施加电压时也能施加取向控制力的结构（图 13B 到 13D 和图 13E）作为取向控制结构 28，但图 13B 到 13D 中示出的取向控制结构 28 可以用图 13A 中示出的结构代替。

在 LCD200 的对基板 200b 中设置的取向控制结构 28 中，设置于与图像元素电极 14 的实心部分 14a 相对的区域中心周围的取向控制结构 28 是图 13B 到  
25 图 13D 中示出的之一，且设置于与图像元素电极 14 的非实心部分 14b 相对的区域中心周围的取向控制结构 28 是图 13E 中所示结构。

使用这种结构，在跨过液晶层 30 存在施加电压时，即在图像元素电极 14 和对向电极 22 之间存在施加电压时，通过图像元素电极 14 的单位实心部分 14a'  
30 形成的放射状倾斜取向的方向沿通过取向控制结构 28 形成的放射状倾斜取向

的方向排列，由此稳定了放射状倾斜取向。图 15A 到图 15C 示意性示出了该点。图 15A 示出了存在施加电压时的状态，图 15B 示出了在施加电压后取向刚开始变化的状态（原始 ON 状态），图 15C 示意性示出了在电压施加过程中的稳定状态。

- 5 如图 15A 中示出的，即使不存在施加电压时，由取向控制结构 28（图 13B 到图 13D）施加的取向控制力也作用在其附近的液晶分子 30a 上，由此形成了放射状倾斜取向。

当电压施加开始时，（通过 TFT 基板 100a 的电极结构）产生了由图 15B 中示出的等位线 EQ 所表示的电场，并且在对应于开口 14b1 的每个区域中和在对应于单位实心部分 14a' 的每个区域中形成了液晶畴，在所述液晶畴中液晶分子 30a 为放射状倾斜取向，且液晶层 30 达到了图 15C 中示出的稳定状态。在每个液晶畴中的液晶分子 30a 的取向方向与下述方向一致，即通过设置在相应区域中的取向控制结构 28 所施加的取向控制力将液晶分子 30a 倾斜的方向。

15 当在稳定状态给 LCD200 施加压力应力时，液晶层 30 的放射状倾斜取向一下崩溃，但一旦移除压力，因为由单位实心部分 14a' 和取向控制结构 28 产生的取向控制力作用在液晶分子 30a 上，所以放射状倾斜取向又恢复。因此，抑制了由于压力而产生的残留图像。当由取向控制结构 28 产生的取向控制力过强时，由于放射状倾斜取向，甚至在没有施加电压时也发生延迟，这减小了显示对比度。然而，由取向控制结构 28 产生的取向控制力不必太强，因为其

20 仅需要具有稳定由倾斜电场产生的放射状倾斜取向并固定其中心轴位置的效果。因此，不会导致这种恶化显示质量的延迟度的取向控制力就足够了。

例如，当使用图 13B 中示出的突起（肋）22b 时，对于具有大约 30 $\mu\text{m}$  到大约 35 $\mu\text{m}$  直径的单位实心部分 14a'，每个突起 22b 可具有大约 15 $\mu\text{m}$  的直径和大约 1 $\mu\text{m}$  的高度（厚度）。使用这种突起，可获得足够的取向控制力，并可

25 将由于延迟产生的对比度的减小抑制到实用水平。

图 16A 和图 16B 示出了包括取向控制结构的另一个 LCD200'。

LCD200' 在与图像元素电极 14 的开口 14b1 相对的区域中不具有取向控制结构。形成图 13E 中示出的、应形成在与开口 14b1 相对的区域中的取向控制结构 28 给工艺带来了困难。因此，考虑到生产率，优选仅使用图 13A 到图 13D

30 中示出的取向控制结构 28 之一。特别地，优选图 13B 中示出的取向控制结构

28, 因为其可通过简单的工艺制造。

即使在如 LCD200' 中, 在对应于开口 14b1 的区域中不设置取向控制结构, 也可获得与 LCD200 大致相同的放射状倾斜取向, 如图 17A 到图 17C 中示意性示出的, 且其抗压力能力也在实用水平。

5 在使用图 13B 中示出的突起 22b 作为取向控制结构 28 的情形中, 可通过图 18A 中示出的突起 22b 确定液晶层 30 的厚度。换句话说, 突起 22b 还可用作控制单元间隙 (液晶层 30 的厚度) 的间隔器。这种结构的优点是不必单独设置用于确定液晶层 30 厚度的间隔器, 由此简化了制造工艺。

10 在示出的例子中, 突起 22b 具有切去顶端的锥形, 该切去顶端的锥形具有相对于基板 21 的基板平面倾斜小于  $90^\circ$  的锥角  $\theta$  的侧面 22b1。当侧面 22b1 相对于基板平面倾斜小于  $90^\circ$  的角时, 突起 22b 的侧面 22b1 具有与由用于使液晶层 30 的液晶分子 30a 倾斜的电场施加的取向控制力相同方向的取向控制力, 由此用于稳定放射状倾斜取向。

15 如图 18A 到图 18C 示意性示出, 用还用作间隔器 22b 的突起 22b 也可获得与用 LCD200' 获得的相似的放射状倾斜取向。

20 尽管突起 22b 在图 18A 到 18C 示出的例子中具有相对于基板平面倾斜小于  $90^\circ$  角的侧面 22b1, 但突起 22b 可选择地具有相对于基板平面倾斜  $90^\circ$  或更大角的侧面 22b1。考虑到稳定放射状倾斜取向, 侧面 22b1 的倾角优选不明显超过  $90^\circ$ , 更优选小于  $90^\circ$ 。即使倾角超过  $90^\circ$ , 只要其接近  $90^\circ$  (只要其没有显著超过  $90^\circ$ ), 突起 22b 的侧面 22b1 附近的液晶分子 30a 就在大致平行于基板平面的方向上倾斜, 从而具有与在边缘部分的液晶分子 30a 的倾斜方向一致的放射状倾斜取向, 仅有轻微扭曲。然而, 如果突起 22b 侧面 22b1 的倾角明显超过  $90^\circ$ , 如图 19 中示出的, 突起 22b 的侧面 22b1 将具有与由用于使液晶层 30 的液晶分子 30a 倾斜的电场施加的取向控制力相反方向的取向控制力。  
25 这会导致不稳定的放射状倾斜取向。

30 也用作间隔器的突起 22b 不限于图 18A 到图 18C 中所示出的具有切去顶端的锥形的突起。例如, 突起 22b 可具有图 20 中示出的形状, 其在垂直于基板平面的平面上的横截面是椭圆的一部分 (即诸如椭球的一部分的形状)。在图 20 中示出的突起 22b 中, 尽管侧面 22b1 相对于基板平面的倾角沿液晶层 30 的厚度发生变化, 但不管沿液晶层 30 厚度上的位置如何, 侧面 22b1 的倾角都

小于  $90^\circ$ 。因而，具有这种形状的突起 22b 适宜用作稳定放射状倾斜取向的突起。

不是必须所有设置在与单位实心部分 14a' 相对的区域中的突起 22b 都用作间隔器。通过将一些突起 22b 形成为低于用作间隔器的其它突起 22b，可抑制光泄漏的发生。

### 实施方案 3

在实施方案 1 和 2 中，描述了适用本发明的 CPA 型 LCD。在本实施方案中，将描述适用本发明的 MVA 型 LCD。

参照图 21，将描述本实施方案中 MVA 型 LCD 的基本结构。

本实施方案中的 LCD300 包括多个图像元素区域，其中每一个都包括第一电极 44、与第一电极 44 相对的第二电极 52、和设置在第一电极 44 与第二电极 52 之间的垂直取向型液晶层 30。在垂直取向型液晶层 30 中，具有负介电各向异性的液晶分子 30a 在不存在施加电压时大体垂直于（例如以等于或大于  $87^\circ$  且等于或小于  $90^\circ$  的角）第一电极 44 和第二电极 52 的表面取向。垂直取向型液晶层 30 一般通过在第一电极 44 和第二电极 52 中的每一个的靠近液晶层 30 的一个表面上设置垂直取向膜（没有示出）来获得。在设置肋（突起）等作为取向控制装置的情形中，液晶分子 30a 大体垂直于肋等靠近液晶层 30 的表面取向。

第一电极 44 具有切口 44b，且在第二电极 52 的靠近液晶层 30 的表面上设置肋 53。在限定在切口 44b 与肋 53 之间的每个液晶区域中，液晶分子 30a 受到切口 44b 和肋 53 产生的取向控制力。当在第一电极 44 和第二电极 52 之间施加电压时，液晶分子 30a 落向图 21 中由箭头表示的方向。也就是，在每个液晶区域中，液晶分子 30a 向统一的方向倾斜。具有在统一方向上倾斜的液晶分子 30a 的每个液晶区域也称作“液晶畴”。在 CPA 型 LCD 的液晶畴中，液晶分子放射状取向；而在 MVA 型 LCD 的液晶畴中，液晶分子在一个统一的方向上取向。

切口 44b 和肋 53（还可统一称作“取向控制装置”；对应于日本专利 No.2947350 中描述的畴控制装置）以条形图案设置在每个图像元素区域中。图 21 是沿垂直于条形取向控制装置延伸的方向上截取的 LCD300 的横截面图。在每个取向控制装置的两侧，形成了其中液晶分子 30a 在彼此相差  $180^\circ$  的方向上

倾斜的液晶区域（液晶畴）。

在 LCD 300 中，切口 44b 和肋 53 以条形图案延伸。当在第一电极 44 和第二电极 52 之间形成电位差时，每个切口 44b 在切口 44b 的边缘部分都产生倾斜电场，从而使液晶分子 30 在垂直于切口 44b 延伸方向的方向上取向。每个肋 53 都使液晶分子 30a 大体垂直于其侧面 53a 取向，因而使液晶分子 30a 大体垂直于肋 53 延伸的方向取向。切口 44b 和肋 53 彼此平行设置，其间具有特定的间隙。液晶区域（液晶畴）形成在彼此相邻的切口 44b 和肋 53 之间。就是说，液晶层 30 受到取向分割。

接下来，参照图 22 和图 23，将更加具体地描述 LCD300 的结构。图 22 是示意性显示 LCD300 的两个图像元素区域的结构平面图，图 23 是沿图 22 的线 23A-23A' 的 LCD300 的横截面图。

LCD300 包括有源矩阵基板（之后称作“TFT 基板”）300a、对基板（也称作“滤色器基板”）300b、和设置在 TFT 基板 300a 和对基板 300b 之间的垂直取向型液晶层 30。

TFT 基板 300a 包括透明基板（例如玻璃基板）41。在透明基板 41 靠近液晶层 30 的一个表面上，设置有栅极总线（扫描线；没有示出）、源极总线（信号线；没有示出）和 TFT（没有示出）。层间绝缘膜（透明树脂膜）42 覆盖栅极总线、源极总线和 TFT。在层间绝缘膜 42 上，为每个图像元素区域提供图像元素电极（第一电极）44。图像元素电极 44 与相应的 TFT 电连接。在该例子中，层间绝缘膜 42 由厚度等于或大于  $1.5\mu\text{m}$  且等于或小于  $3.5\mu\text{m}$  的透明树脂膜形成。由于这种结构，图像元素电极 44 与栅极总线和/或源极总线部分交迭。这有利地提高了数值孔径。

图像元素电极 44 包括由导电膜形成的部分（即实心部分）44a 和条形切口（即非实心部分）44b。靠近液晶层 30 的图像元素电极 44 的表面基本完全被垂直取向膜（没有示出）覆盖。如图 22 中所示，切口 44b 以条形图案延伸，并具有统一的宽度（在垂直于切口 44b 延伸方向的方向上的尺寸）。彼此相邻的切口 44b 平行且间隙（间距）均一。

对基板 300b 具有透明基板（例如玻璃基板）51。在透明基板 51 上设置有对向电极（第二电极）52。在对向电极 52 上设置有肋 53。靠近液晶层 30 的、包含肋 53b 的对向电极 52 的表面基本完全被垂直取向膜（没有示出）覆盖。

如图 22 所示, 肋 53 以条形图案延伸, 并具有均匀的宽度(在垂直于肋 53 延伸方向的方向上的尺寸)。彼此相邻的肋 53 平行。每个肋 53 都设置成将两个相邻的切口 44b 间的间隙大体二等分。

在彼此平行设置的条形切口 44b 和条形肋 53 之间限定了条形液晶区域。

- 5 在每个液晶区域中的液晶分子 30a 的取向方向由限定该液晶区域的切口 44b 和肋 53 控制。在每个切口 44b 的两侧和每个肋 53 的两侧, 形成了其中液晶分子 30a 在彼此相差  $180^\circ$  的方向上倾斜的液晶区域。如图 22 所示, 在 LCD300 中, 切口 44b 和肋 53 在彼此相差  $90^\circ$  的方向上延伸。因而, 每个图像元素区域都包括四种类型的液晶区域(液晶畴), 其中液晶分子 30a 的取向方向彼此相差  $90^\circ$ 。
- 10 切口 44b 和肋 53 的排列并不限于上述排列, 但这种排列可以提供极好的视角特性。

- 在 TFT 基板 300a 和对基板 300b 外设置一对偏振片(没有示出), 使得它们的透射轴大体彼此垂直(正交尼科尔状态)。优选如此设置偏振片, 即每个偏振片的透射轴与取向方向相差  $90^\circ$  的四种类型的液晶区域中的每一种中的液晶分子 30a 的取向方向成  $45^\circ$  角。使用这种排列, 可最有效地利用由液晶区域导致的延迟变化。换句话说, 优选如此设置偏振片, 即每个偏振片的透射轴与切口 44b 和肋 53 延伸的方向成  $45^\circ$ 。在观察方向经常相对于显示平面水平移动的显示装置中, 例如 TV 中, 为了抑制显示质量的视角依赖性, 优选如此设置偏振片, 即透射轴中的一个相对于显示平面水平。

- 20 具有上述结构的 MVA 型 LCD300 可以以极好的视角特性显示图像。此外, 在依照本发明的 LCD300 中, 如图 23 所示, 图像元素电极 44 实心部分 44a 上的液晶层 30 的部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有小于第一厚度  $d_1$  的第二厚度  $d_2$  的第二区域。第二区域位于切口 44b 附近, 更具体地说, 在第一区域和切口 44b 之间。具有相对小厚度  $d_2$  的第二区域的响应速度高于具有相对大厚度  $d_1$  的第一区域的响应速度。在切口 44b 附近的第二区域中的液晶分子 30a 触发了液晶畴的形成。因此, 当切口 44b 附近液晶分子 30a 的响应速度较高时, 液晶畴形成得更加快。结果, 提高了整个液晶层 30 的响应速度。因而, 依照本发明的 LCD300 具有极好的响应特性。

- 30 依照本发明, 在整个图像元素区域中没有减小单元间隙, 而是仅在其一部分中减小了单元间隙。因此, 不必提高液晶材料的折射率各向异性 ( $\Delta n$ ), 就

可以充分提高响应速度。具体地说,为了充分提高响应速度,第一区域的厚度  $d_1$  和第二区域的厚度  $d_2$  之间的差优选为  $0.5\mu\text{m}$  或更大,更优选  $1\mu\text{m}$  或更大,进一步优选  $1.5\mu\text{m}$  或更大。

在该实施方案中,如图 23 中所示,通过将切口 44b 附近的实心部分 44a 的部分(对应于第二区域)的表面设定的比实心部分 44a 的其它部分(对应于第一区域)的表面高,而将切口 44b 附近的单元间隙做的较小。更具体地说,在图像元素电极 44 和透明基板 41 间设置层间绝缘膜 42,层间绝缘膜 42 的表面高度局部变化,使得形成在其上的实心部分 44a 的表面在切口 44b 附近的部分中比其它部分中要高。层间绝缘膜 42 包括其靠近液晶层 30 的一个表面的高度连续变化的倾斜区域 42a 和其靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 42b。切口 44b 附近的实心部分 44a 的部分(对应于第二区域)位于倾斜区域 42a 上,实心部分 44a 的其它部分(对应于第一区域)位于平坦区域 42b 上。

考虑到显示质量,优选层间绝缘膜 42 的倾斜区域 42a 的倾角(相对于基板 41 的表面的倾角)小,优选层间绝缘膜 42 具有平缓的倾斜。具体地说,层间绝缘膜 42 的倾斜区域 42a 相对于基板 41 表面的倾角优选为  $30^\circ$  或更小,更优选  $20^\circ$  或更小。

注意,如果实心部分 44a 的表面高度跨过整个实心部分 44a 连续变化,则液晶层 30 的延迟跨过实心部分 44a 就不再恒定,这使得显示质量恶化。在这种情形中,很难通过使用相位差补偿器等适当地补偿相位差。在层间绝缘膜 42 包括其靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 42b 的情形中,如本实施方案中,可抑制这种问题的发生。

例如通过用半曝光工艺处理光敏透明树脂膜可形成如上所述具有平缓倾斜的层间绝缘膜 42。

在该实施方案中,图像元素电极 44 的实心部分 44a 上的液晶层 30 在切口 44b 附近包括具有相对小厚度  $d_2$  的第二区域,但在图像元素电极 44 外围附近没有。使用这种结构,可进一步稳定液晶层 30 中的取向,并可进一步提高响应速度。将参照图 24 描述该原因。

图 24 示意性地示出了切口 44b 附近和图像元素电极 44 外围 44E 附近中液晶层 30a 的取向。在图像元素电极 44 的实心部分 44a 上的液晶分子 30a 中,切口 44b 附近的液晶分子 30a 受倾斜电场的影响,从而在垂直于切口 44b 延伸

方向的方向上倾斜。相反，受图像元素电极 44 外围 44E 附近的倾斜电场影响的液晶分子 30a 在不同于切口 44b 附近那些液晶分子的倾斜方向的方向上倾斜。就是说，图像元素电极 44 外围 44E 附近的液晶分子 30a 在不同于由切口 44b 的取向控制力确定的预定方向的方向上倾斜，因而打乱了液晶畴中液晶分子 30a 的取向。因此，如果图像元素电极 44 外围 44E 中的单元间隙减小为切口 44b 附近的单元间隙，则用于打乱液晶畴中液晶分子 30a 取向的取向控制力就会加强。结果，液晶畴中的取向就不稳定，响应特性被恶化。相反，使用本实施方案的结构，其中图像元素电极 44 外围 44E 附近中的单元间隙没有减小，因此可以稳定取向，并改善响应特性。

10 在该实施方案中，使用利用线偏振光的显示模式。可选择地，为了抑制上述参照图 5 描述的两步响应行为的影响，可使用利用圆偏振光的显示模式。

#### 实施方案 4

将参照图 25 描述该实施方案的 MVA 型 LCD400 的基本结构。

15 虽然图 21 中所示的 LCD300 具有切口 44b 和肋 53 作为取向控制装置，而本实施方案的 LCD400 具有切口 62b 和切口 74b 作为取向控制部件。当在第一电极 62 和第二电极 74 之间形成电位差时，切口 62b 和切口 74b 中的每个都在其附近的液晶层 30 的一部分中产生倾斜电场，从而使液晶分子 30a 在垂直于切口 62b 和切口 74b 延伸方向的方向上取向。切口 62b 和 74b 彼此平行设置，其间具有特定间隙。在彼此相邻的切口 62b 和切口 74b 之间形成了液晶区域（液晶畴）。包含切口 62b 和切口 74b 作为取向控制装置的 MVA 型 LCD，例如 LCD400，也称作 PVA（图案化的垂直取向（Patterned Vertical Alignment））型 LCD。

25 接下来，参照图 26 和图 27，将更加详细地描述 LCD400 的结构。图 26 是示意性显示 LCD400 的两个图像元素区域的结构平面图，图 27 是沿图 26 的线 27A-27A' 的 LCD400 的横截面图。

LCD400 包括有源矩阵基板（之后称作“TFT 基板”）400a、对基板（也称作“滤色器基板”）400b、和设置在 TFT 基板 400a 和对基板 400b 之间的垂直取向型液晶层 30。

30 TFT 基板 400a 包括透明基板（例如玻璃基板）71。在透明基板 71 靠近液晶层 30 的表面上，设置有栅极总线（扫描线；没有示出）、源极总线（信号线；

没有示出)和 TFT (没有示出)。层间绝缘膜(透明树脂膜)72 覆盖栅极总线、源极总线和 TFT。在层间绝缘膜 72 上,给每个图像元素区域提供图像元素电极(第二电极)74。图像元素电极 74 与相应的 TFT 电连接。

5 图像元素电极 74 包括由导电膜形成的部分(即实心部分)74a 和条形切口(即非实心部分)74b。靠近液晶层 30 的图像元素电极 74 的一个表面基本完全被垂直取向膜(没有示出)覆盖。如图 26 中所示,切口 74b 以条形图案延伸,并具有均匀的宽度(在垂直于切口 74b 延伸方向的方向上的尺寸)。彼此相邻的切口 74b 平行且间隙(间距)均匀。

10 对基板 400b 具有透明基板(例如玻璃基板)61。在透明基板 61 上设置有滤色器层 65。在滤色器层 65 上设置有对向电极(第一电极)62。像图像元素电极 74 一样,对向电极 62 包括由导电膜形成的部分(即实心部分)62a 和条形切口(即非实心部分)62b。靠近液晶层 30 的对向电极 62 的一个表面基本完全被垂直取向膜(没有示出)覆盖。如图 26 中所示,切口 62b 以条形图案延伸,并具有均匀的宽度(在垂直于切口 62b 延伸方向的方向上的尺寸)。彼此相邻的切口 62b 以均匀的间隙(间距)平行。每个切口 62b 都设置成将两个相邻的切口 74b 间的间隙大体二等分。

20 在彼此平行设置的条形切口 62b 和条形切口 74b 之间限定了条形液晶区域。在每个液晶区域中的液晶分子 30a 的取向方向由限定该液晶区域的切口 62b 和切口 74b 控制。在每个切口 62b 的两侧和每个切口 74b 的两侧,形成了其中液晶分子 30a 在彼此相差  $180^\circ$  的方向上倾斜的液晶区域。在如图 26 所示的 LCD400 中,切口 62b 和切口 74b 在彼此相差  $90^\circ$  的方向上延伸。因而,每个图像元素区域都包括四种类型的液晶区域(液晶畴),其中液晶分子 30a 的取向方向彼此相差  $90^\circ$ 。切口 62b 和切口 74b 的排列并不限于上述排列,但这种排列可以提供极好的视角特性。

25 在 TFT 基板 400a 和对基板 400b 外如此设置一对偏振片(没有示出),即它们的透射轴大体彼此垂直(正交尼科尔状态)。优选如此设置偏振片,即每个偏振片的透射轴与取向方向相差  $90^\circ$  的四种类型的液晶区域中的每一种中的液晶分子 30a 的取向方向成  $45^\circ$  角。使用这种排列,可最有效地利用由液晶区域导致的延迟变化。换句话说,优选如此设置偏振片,即每个偏振片的透射轴  
30 与切口 62b 和切口 74b 延伸的方向成  $45^\circ$ 。在观察方向经常相对于显示平面水

平移动的显示装置中,例如 TV 中,为了抑制显示质量的视角依赖性,优选如此设置偏振片,即透射轴之一相对于显示平面水平。

具有上述结构的 MVA 型 LCD400 可以以极好的视角特性显示图像。此外,在依照本发明的 LCD400 中,如图 27 所示,图像元素电极 62 实心部分 62a 上的液晶层 30 的部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有小于第一厚度  $d_1$  的第二厚度  $d_2$  的第二区域。第二区域位于切口 62b 附近,更具体地说,在第一区域和切口 62b 之间。具有相对小厚度  $d_2$  的第二区域的响应速度高于具有相对大厚度  $d_1$  的第一区域的响应速度。在切口 62b 附近的第二区域中的液晶分子 30a 触发液晶畴的形成。因此,当切口 62b 附近液晶分子 30a 的响应速度较高时,液晶畴形成得更加快。结果,提高了整个液晶层 30 的响应速度。因而,依照本发明的 LCD400 具有极好的响应特性。

依照本发明,在整个图像元素区域中没有减小单元间隙,而是仅在其一部分中减小了单元间隙。因此,不必提高液晶材料的折射率各向异性 ( $\Delta n$ ),就可以充分提高响应速度。具体地说,为了充分提高响应速度,第一区域的厚度  $d_1$  和第二区域的厚度  $d_2$  之间的差优选为  $0.5\mu\text{m}$  或更大,更优选  $1\mu\text{m}$  或更大,进一步优选  $1.5\mu\text{m}$  或更大。

在该实施方案中,如图 27 中所示,通过从透明基底 61 起,将切口 62b 附近的实心部分 62a 的部分(对应于第二区域)的表面设定的比实心部分 62a 的其它部分(对应于第一区域)的表面高,而将切口 62b 附近的单元间隙做的较小。更具体地说,设置在对向电极 62 和透明基板 61 间的滤色器层 65 的高度局部变化,使得从透明基板 61 开始,形成在其上的实心部分 62a 的表面在切口 62b 附近的部分中比的其它部分中要高。

滤色器层 65 包括其靠近液晶层 30 的一个表面的高度连续变化的倾斜区域 65a 和其靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 65b。切口 62b 附近的实心部分 62a 的部分(对应于第二区域)位于倾斜区域 65a 上,实心部分 62a 的其它部分(对应于第一区域)位于平坦区域 65b 上。

考虑到显示质量,优选滤色器层 65 的倾斜区域 65a 的倾角(相对于基板 61 的表面的倾角)小,优选滤色器层 65 具有平缓的倾斜。具体地说,滤色器层 65 的倾斜区域 65a 相对于基板 61 表面的倾角优选为  $30^\circ$  或更小,更优选  $20^\circ$  或更小。

注意，如果实心部分 62a 的表面高度跨过整个实心部分 62a 连续变化，则液晶层 30 的延迟跨过实心部分 62a 就不再恒定，其使得显示质量恶化。在这种情形中，很难通过使用相位差补偿器等适当地补偿相位差。在滤色器层 65 包括靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 65b 的情形中，如本实施方案 5 中，可抑制这种问题的发生。

例如通过用半曝光工艺处理包含颜料的光敏透明树脂膜可形成如上所述具有平缓倾斜的滤色器层 65。可选择地，通过首先在对应于非实心部分 62b 的透明基板 61 的部分上形成下层，然后在其上形成滤色器层，可获得上述滤色器层 65。

10 在该实施方案中，减小了对向电极 62 的切口 62b 附近的单元间隙。可选择地，可减小图像元素电极 74 的切口 74b 附近的单元间隙，或同时减小对向电极 62 的切口 62b 附近的单元间隙和图像元素电极 74 的切口 74b 附近的单元间隙。为了进一步改善响应特性，优选同时减小对向电极 62 的切口 62b 附近的单元间隙和图像元素电极 74 的切口 74b 附近的单元间隙。为了限制制造步骤数量的增加以及由此造成的制造成本增加，优选减小所述单元间隙之一。

#### 实施方案 5

将参照图 28 和 29 描述本实施方案中的 MVA 型 LCD500。图 28 是示意性显示 LCD500 两个图像元素区域的结构平面图，图 29 是沿图 28 的线 29A-29A' 的横截面图。

20 本实施例中的 MVA 型 LCD500 具有切口 84b 和肋 93 作为取向控制部件。基本取向机理与图 21 中所示的 LCD300 的一样。

LCD500 包括有 TFT 基板 500a、对基板 500b 和设置在 TFT 基板 500a 和对基板 500b 之间的垂直取向型液晶层 30。TFT 基板 500a 包括透明基板（例如玻璃基板）81、层间绝缘膜（透明树脂膜）82、和图像元素电极 84。图像元素电极 84 包括由导电膜形成的部分（即实心部分）84a 和条形切口（即非实心部分）84b。对基板 500b 包括透明基板（例如玻璃基板）91。在透明基板 91 上设置有对向电极 92，在对向电极 92 上设置有肋 93。

切口 84b 和肋 93b 之间的平面位置关系（当在基板法线方向上观看时的位置关系）与 LCD300 的切口 44b 和肋 53 的一样。当施加电压时，形成了四种类型的液晶区域（液晶畴），其中液晶分子 30a 的取向方向彼此相差 90°。

图像元素电极 84 的实心部分 84a 上的液晶层 30 部分包括具有第一厚度  $d_1$  的第一区域和具有大于第一厚度  $d_1$  的第二厚度  $d_2$  的第二区域。第二区域位于图像元素电极 84 外围附近，第一区域比第二区域靠内。就是说，在 LCD500 中，选择性地将图像元素电极 84 外围附近的单元间隙做的较大。

5 如上参照图 24 所描述的，图像元素电极外围附近的液晶分子 30a 在不同  
于由切口 84b 的取向控制力确定的预定方向的方向上倾斜，因而打乱了液晶畴  
中液晶分子 30a 的取向。然而在该实施方案中，图像元素电极 84 外围附近的  
液晶层 30 的厚度选择性地大。该结构可将图像元素电极 84 外围附近的取向控  
10 制力（其不与由切口 84b 提供的取向控制力一致）减弱。结果，稳定了取向，  
并改善了响应特性。

作为减小图像元素电极 84 附近的取向控制力的技术，可想到减小图像元  
素电极 84 的间距。然而，这增加了相邻图像元素电极 84 间发生短路的可能性，  
因而使 LCD 的可靠性下降。相反，依照本发明的 LCD500 不会具有这种问题。

减小图像元素电极 84 外围附近的取向控制力的效果随着第二区域的厚度  
15  $d_2$  变大而变大，也随着第一区域的厚度  $d_1$  和第二区域的厚度  $d_2$  间的差变大而变  
大。具体地说，为了充分减弱图像元素电极 84 外围附近的取向控制力，第一  
区域的厚度  $d_1$  和第二区域的厚度  $d_2$  间的差优选为  $0.5\mu\text{m}$ ，更优选为  $1\mu\text{m}$  或更  
大，进一步优选为  $1.5\mu\text{m}$  或更大。

在该实施方案中，如图 29 中所示，通过将图像元素电极 84 外围附近的实  
20 心部分 84a 的部分（对应于第二区域）的表面设定得比实心部分 84a 的其它部  
分（对应于第一区域）的表面低，而将图像元素电极 84 外围附近的单元间隙  
做的较大。更具体地说，设置在图像元素电极 84 和透明基板 81 间的层间绝缘  
膜 82 的高度局部变化，使得形成在其上的实心部分 84a 的表面在图像元素电  
极 84 外围附近的部分中比其它部分中要低。

25 层间绝缘膜 82 包括其靠近液晶层 30 的一个表面的高度连续变化的倾斜区  
域 82a 和其靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 82b。图像元素电极  
84 外围附近的实心部分 84a 的部分（对应于第二区域）位于倾斜区域 82a 上，  
实心部分 84a 的其它部分（对应于第一区域）位于平坦区域 82b 上。

考虑到显示质量，优选层间绝缘膜 82 的倾斜区域 82a 的倾角（相对于基  
30 板 81 的表面的倾角）小，优选层间绝缘膜 82 具有平缓的倾斜。具体地说，层

间绝缘膜 82 的倾斜区域 82a 相对于基板 81 表面的倾角优选为 30°或更小，更优选 20°或更小。

注意，如果实心部分 84a 的表面高度跨过整个实心部分 84a 连续变化，则液晶层 30 的延迟跨过实心部分 84a 就不再恒定，这使得显示质量恶化。在这种情形中，很难通过使用相位差补偿器等适当地补偿相位差。在层间绝缘膜 82 包括靠近液晶层 30 的表面高度基本恒定的平坦区域 82b 的情形中，如本实施方案中，可抑制这种问题的发生。

例如通过用半曝光工艺处理光敏透明树脂膜可形成如上所述具有平稳倾斜的层间绝缘膜 82。

10 依照本发明，以简单的方式改善了取向分割垂直取向型 LCD 的响应特性。本发明优选用在 CPA 型 LCD 和 MVA 型 LCD 中。

尽管已经关于其优选实施方案描述了本发明，但对于本领域熟练技术人员应当清楚，本发明可以以除上面具体描述的那些以外的各种方式修改，并采取不同于上面具体描述的很多实施方案。因此，所附的权利要求意在覆盖落入本  
15 发明实质和范围内的本发明的所有修改。

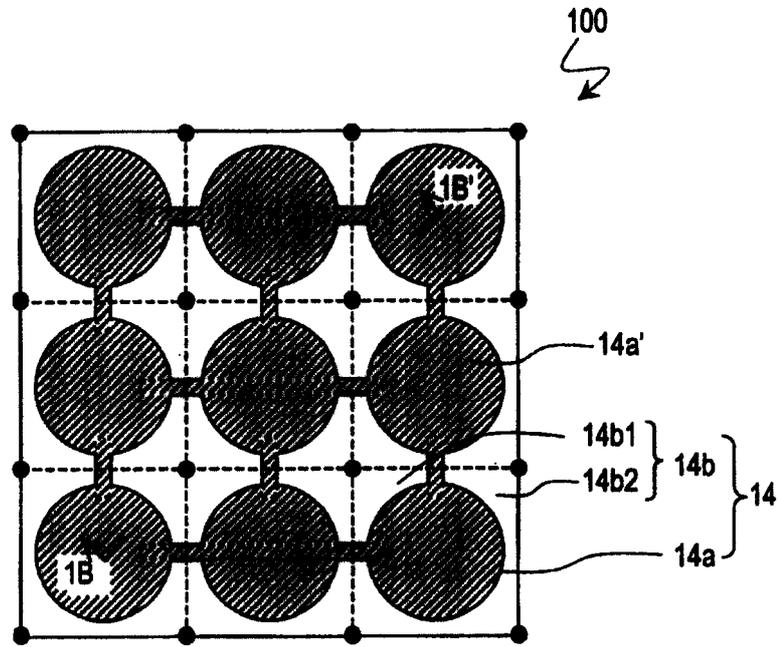


图 1A

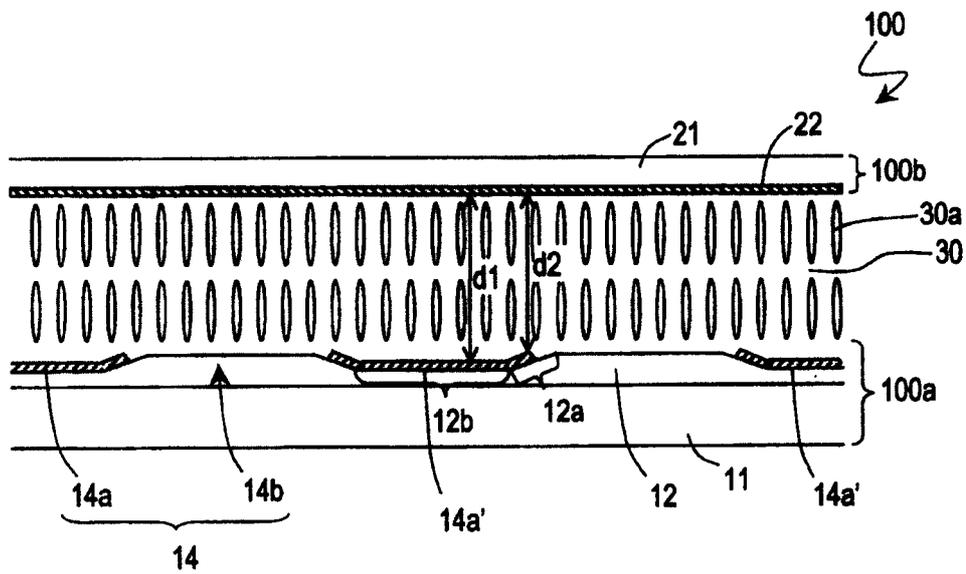


图 1B

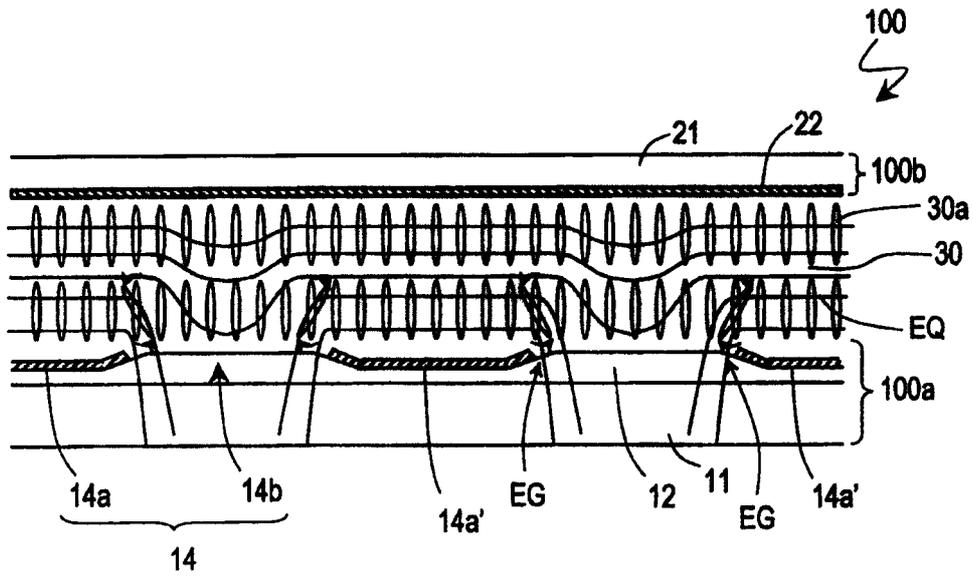


图 2A

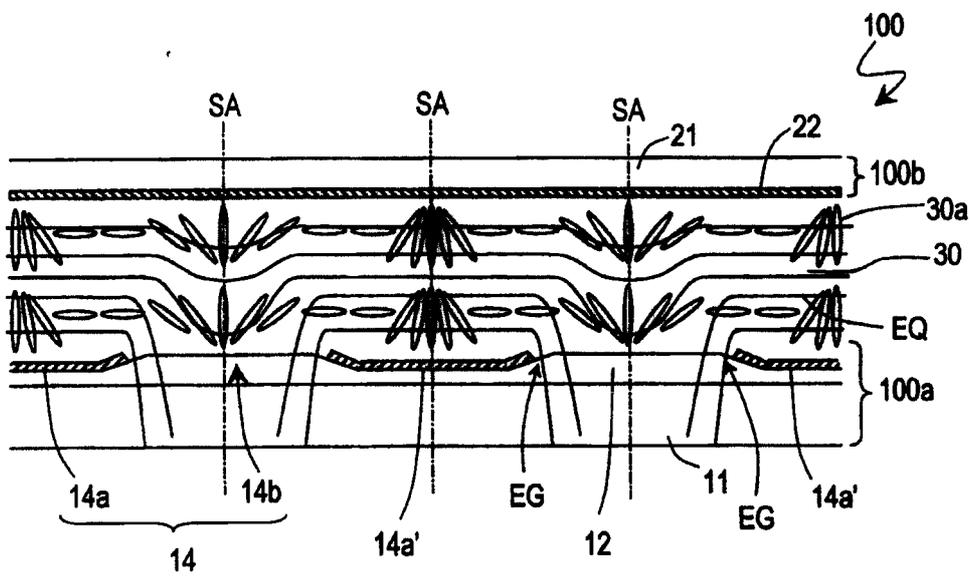


图 2B

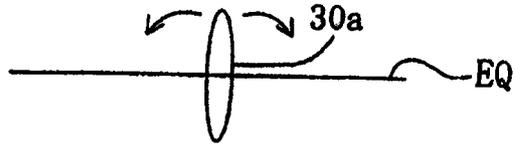


图 3A

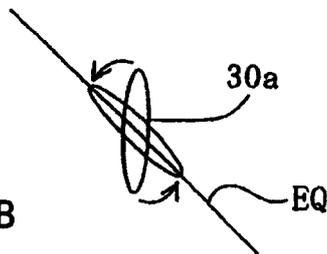


图 3B

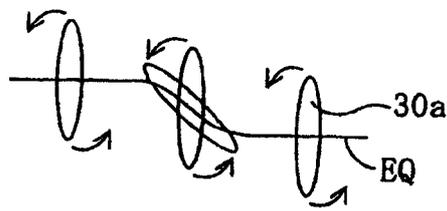


图 3C

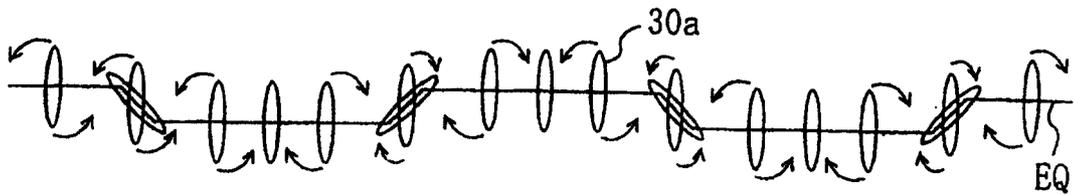
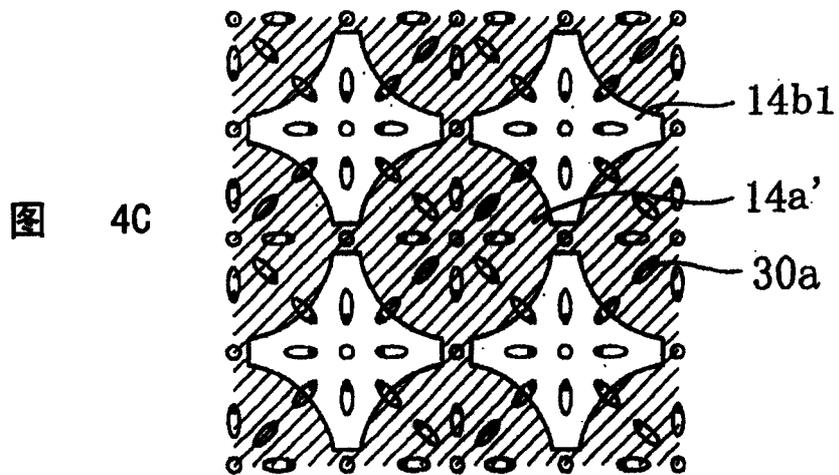
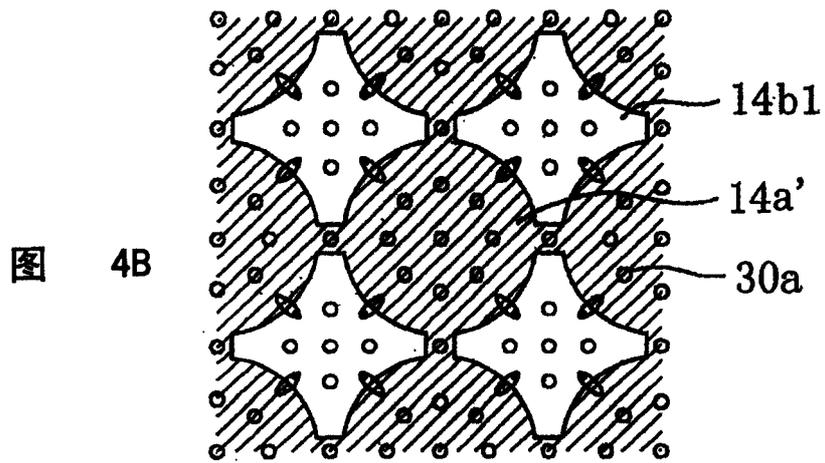
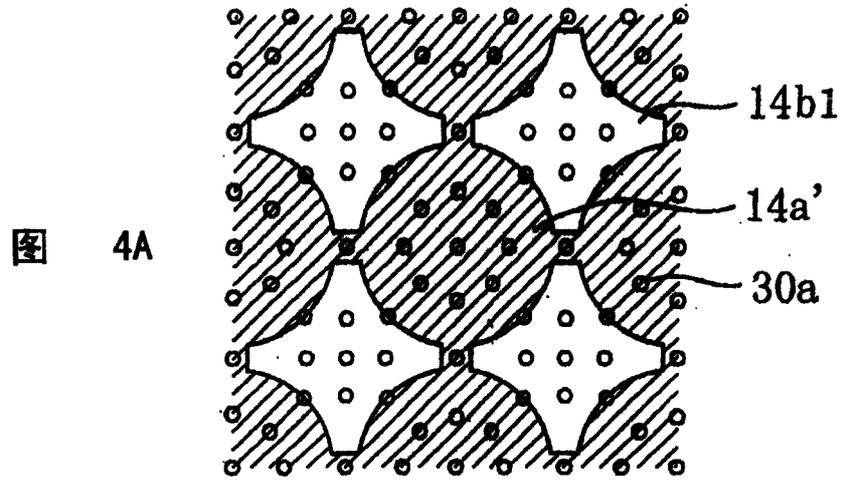


图 3D



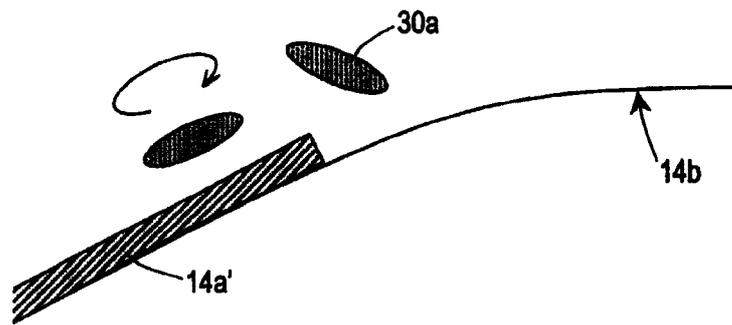


图 5

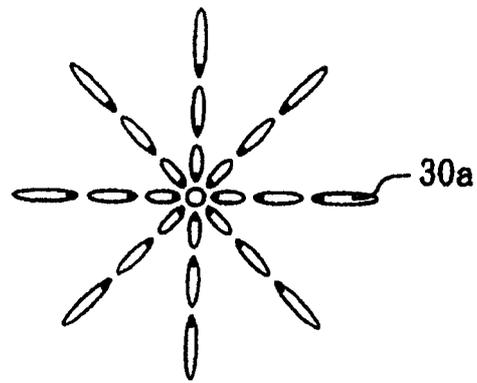


图 6A

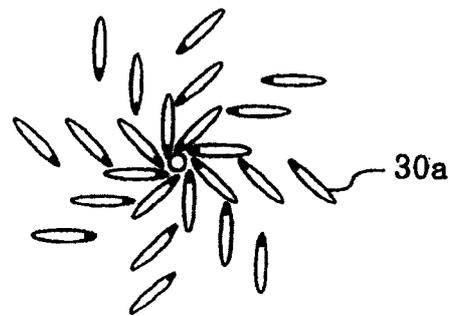


图 6B

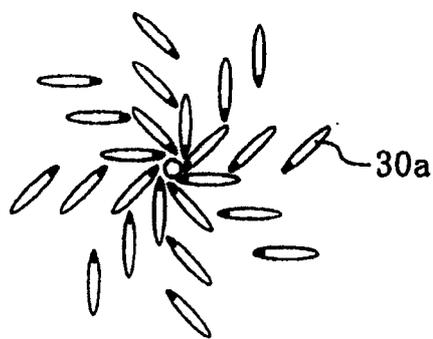


图 6C

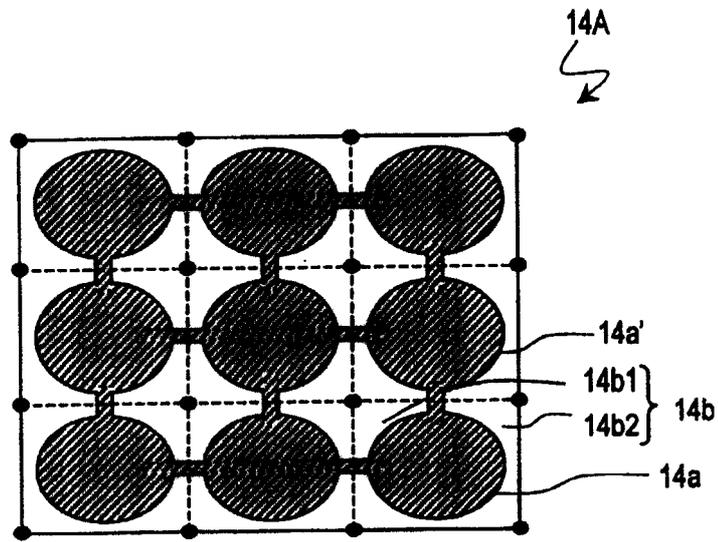


图 7A

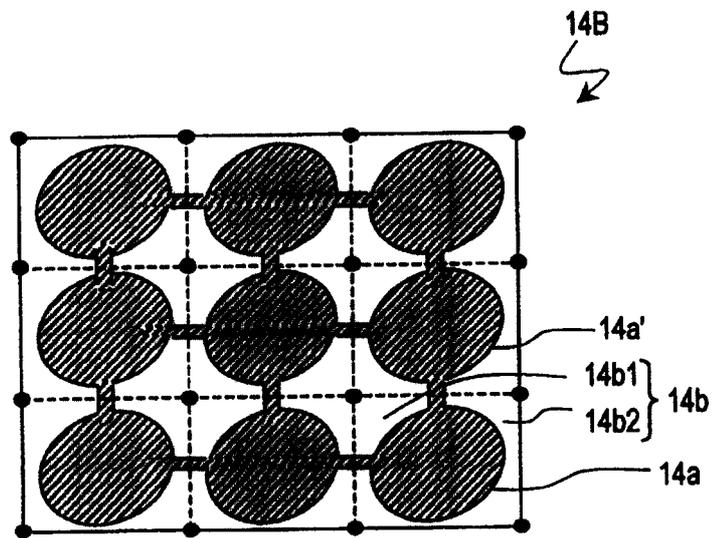


图 7B

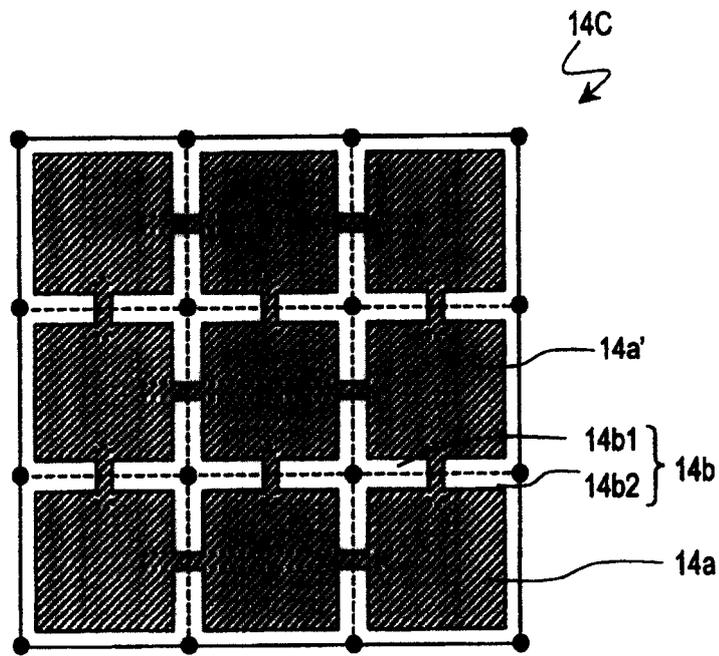


图 8A

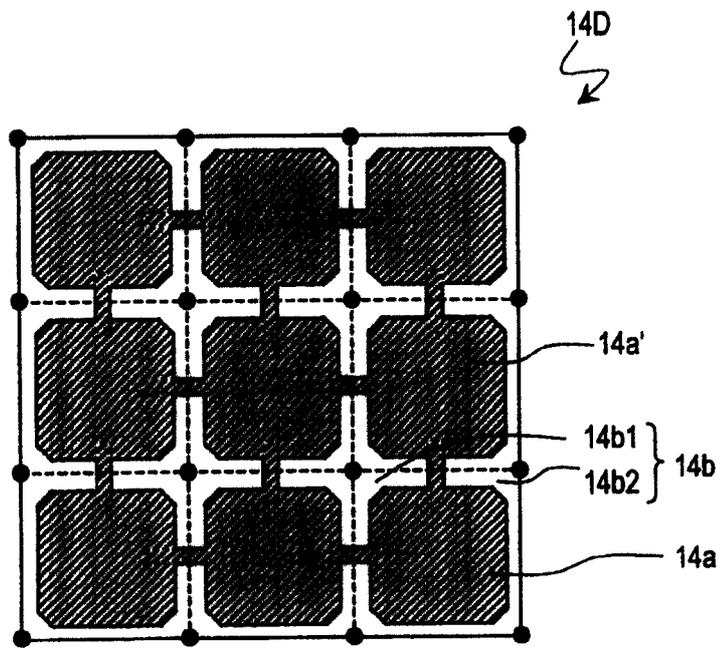


图 8B

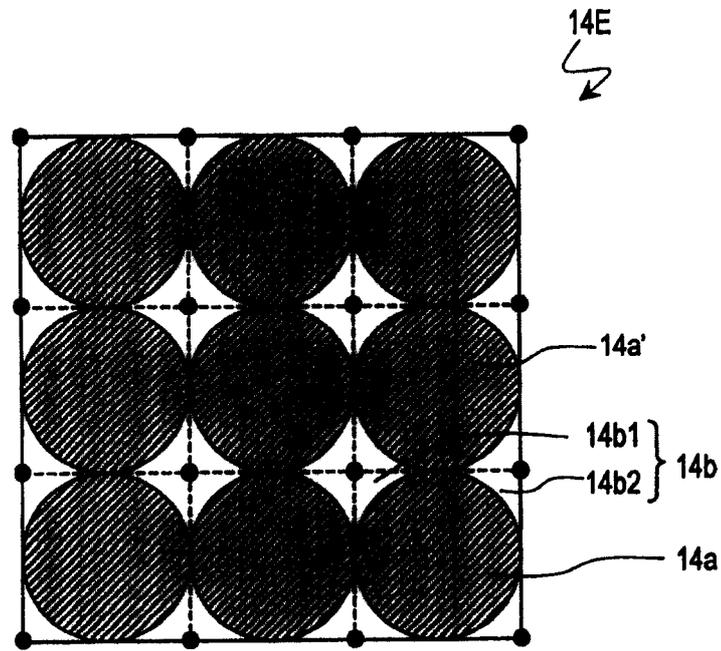


图 9A

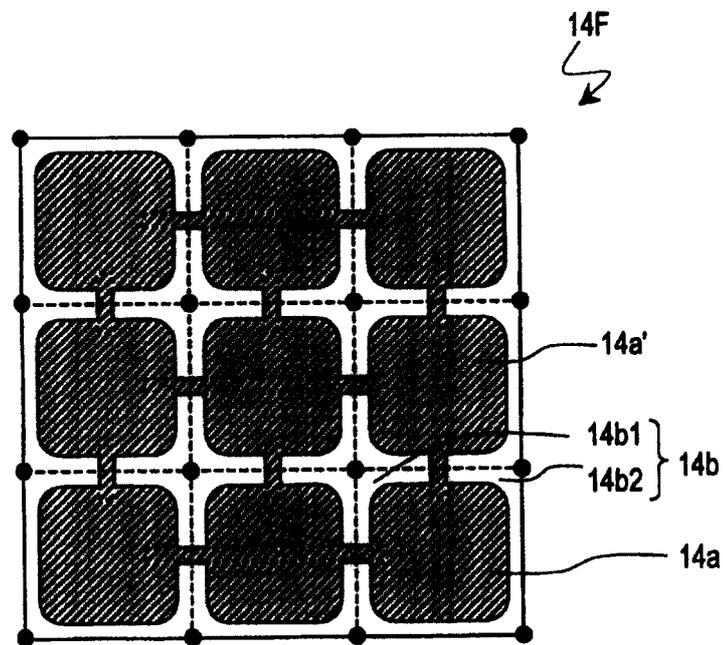


图 9B

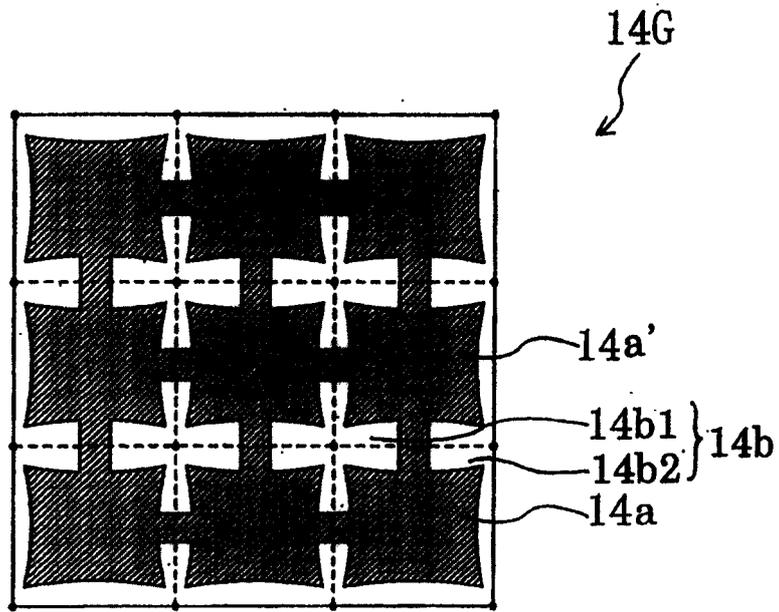


图 10A

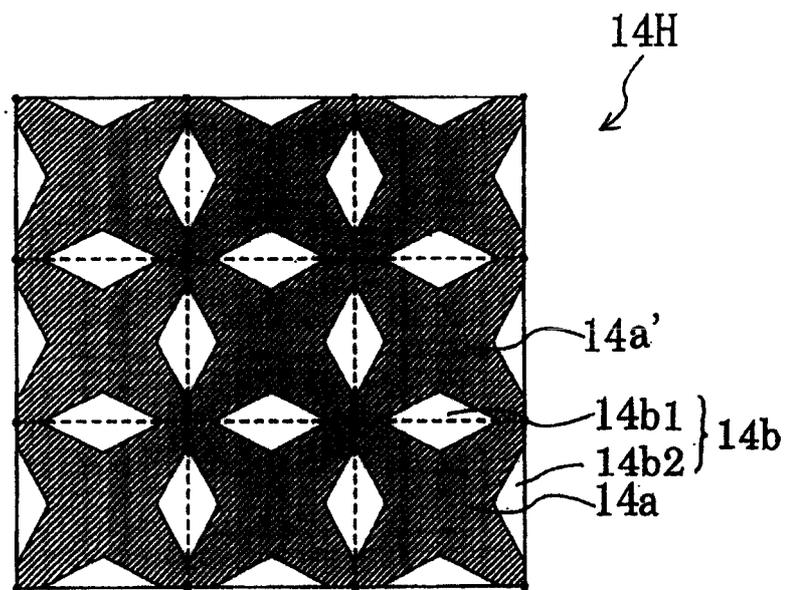


图 10B

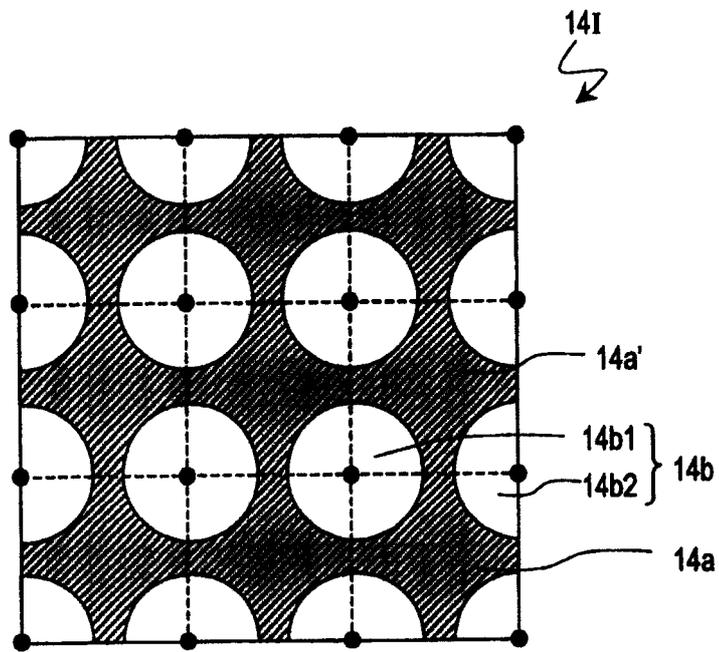


图 11

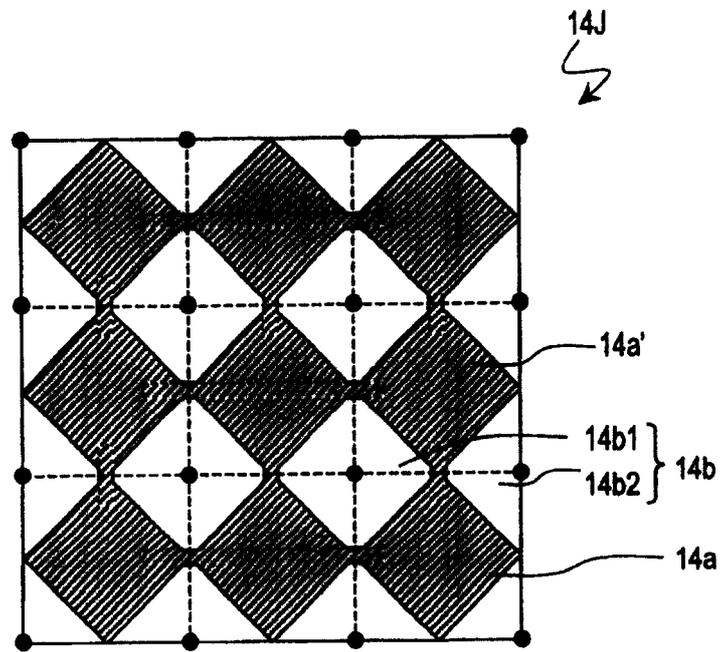


图 12A

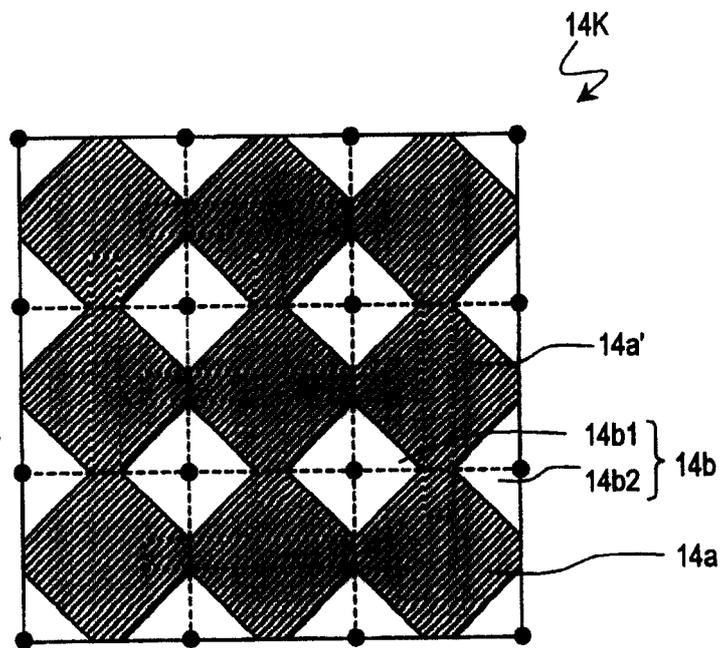
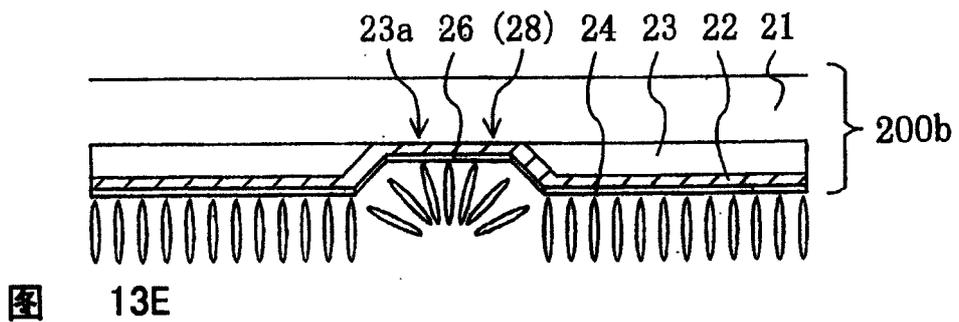
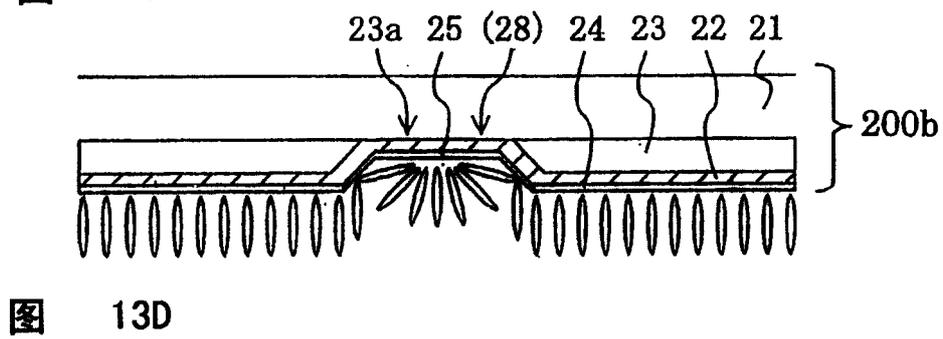
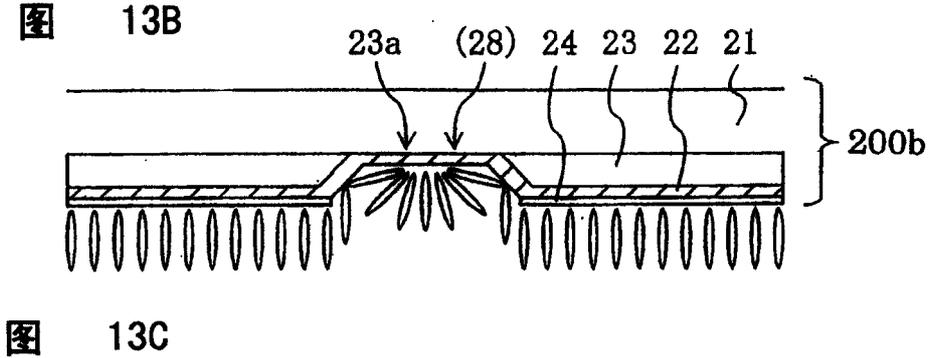
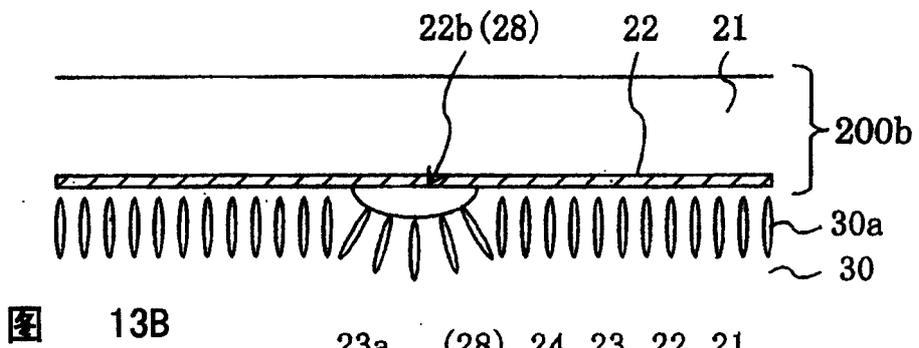
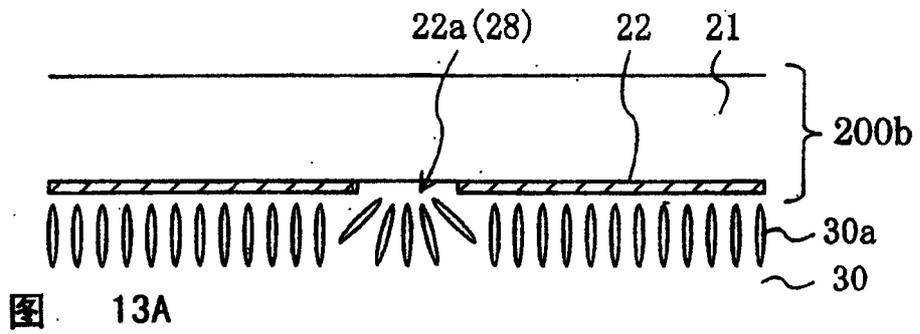


图 12B



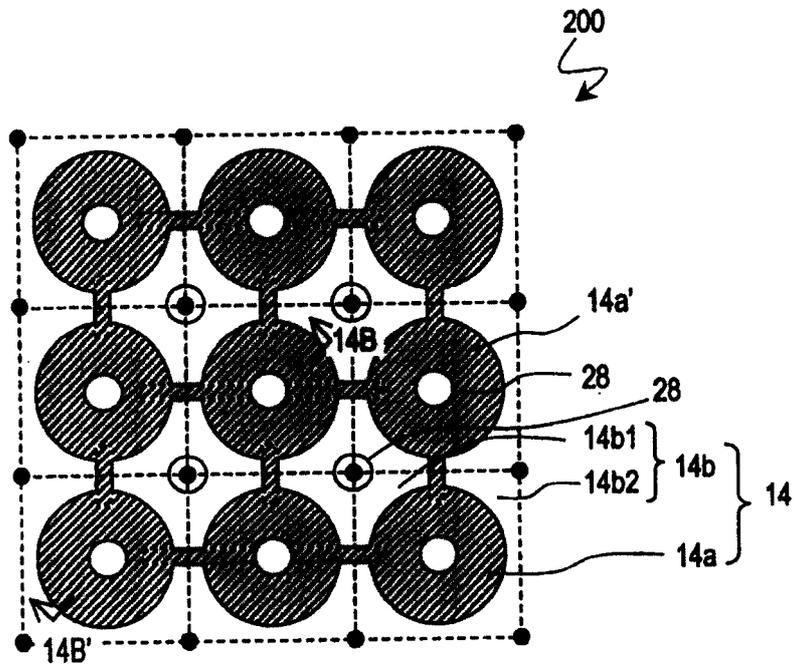


图 14A

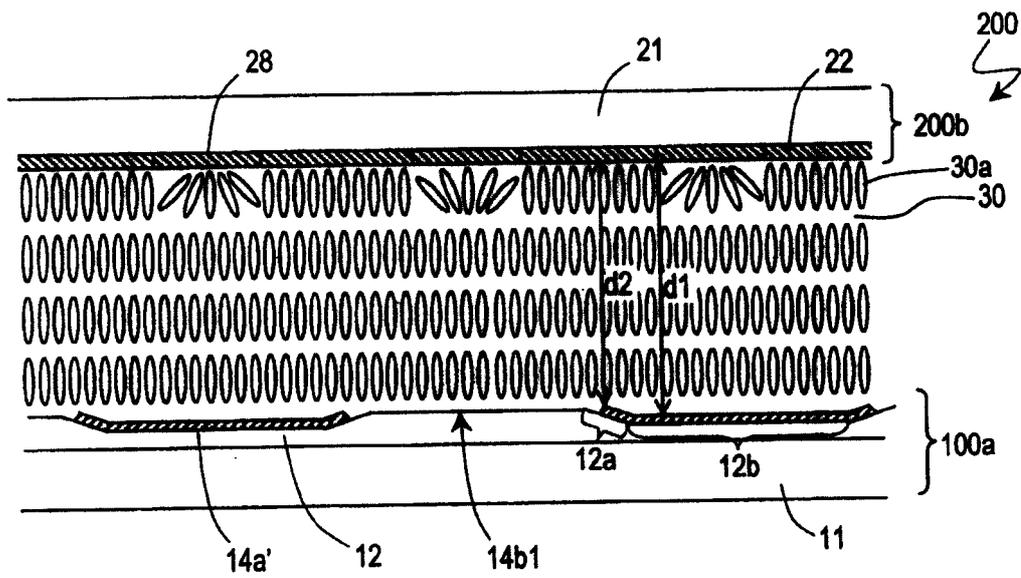


图 14B

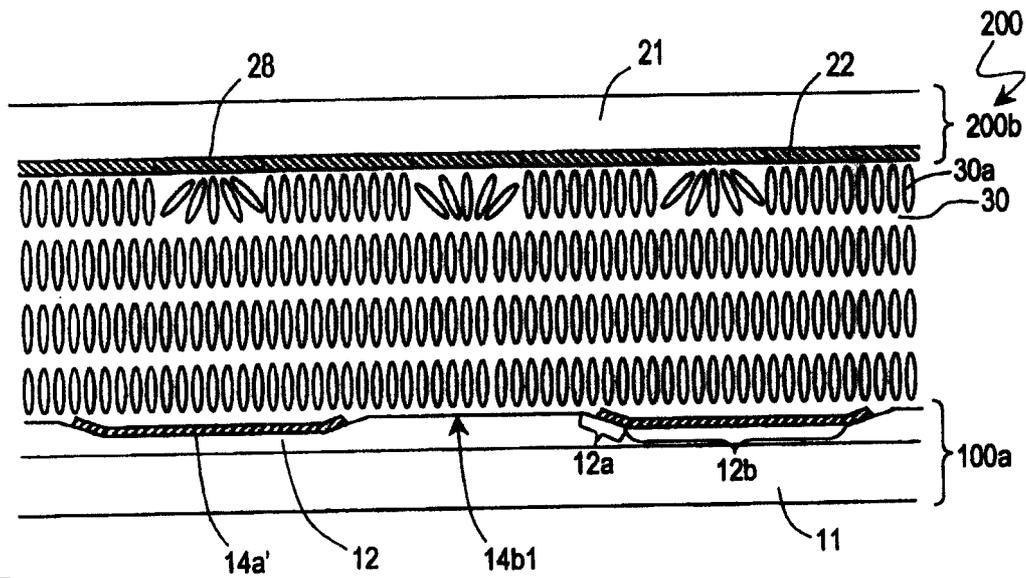


图 15A

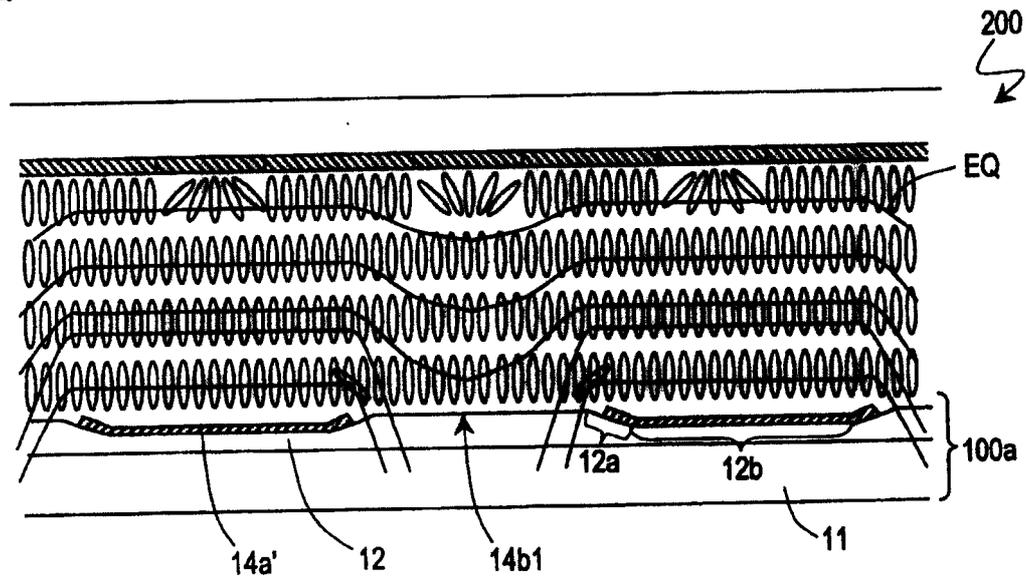


图 15B

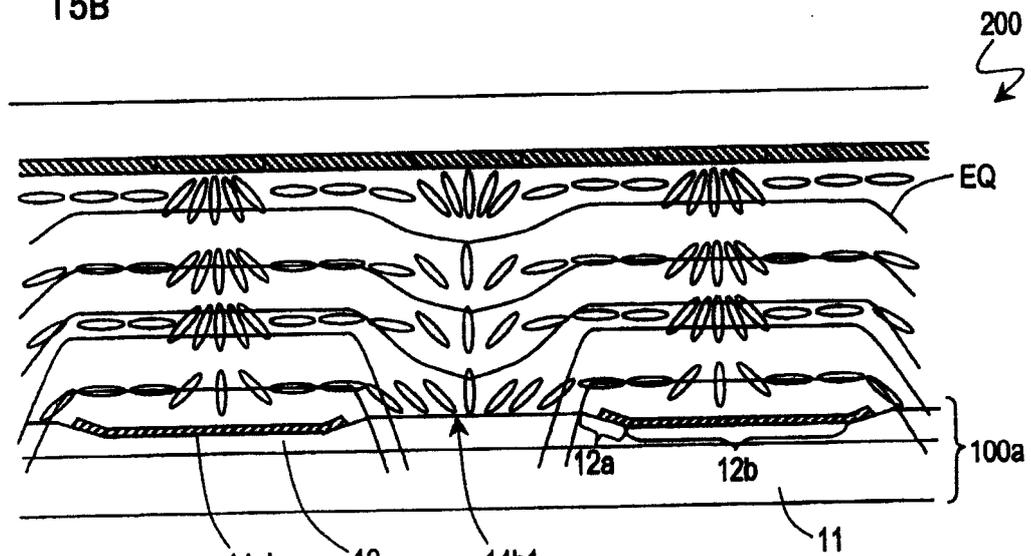


图 15C

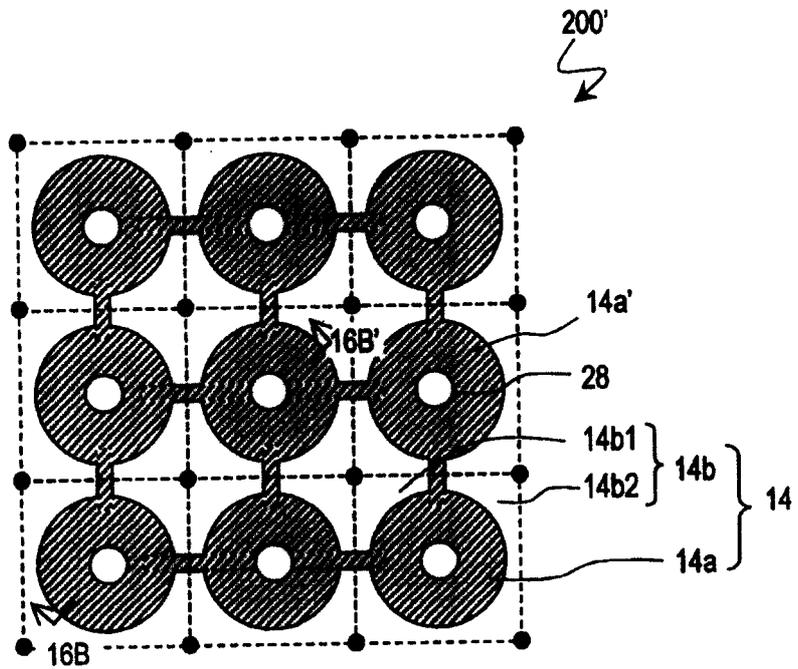


图 16A

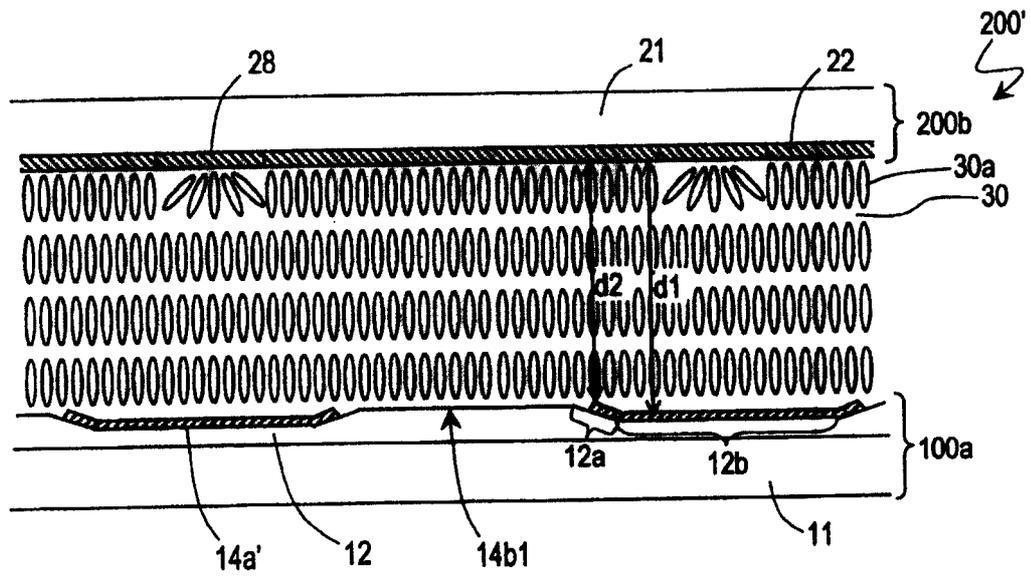


图 16B

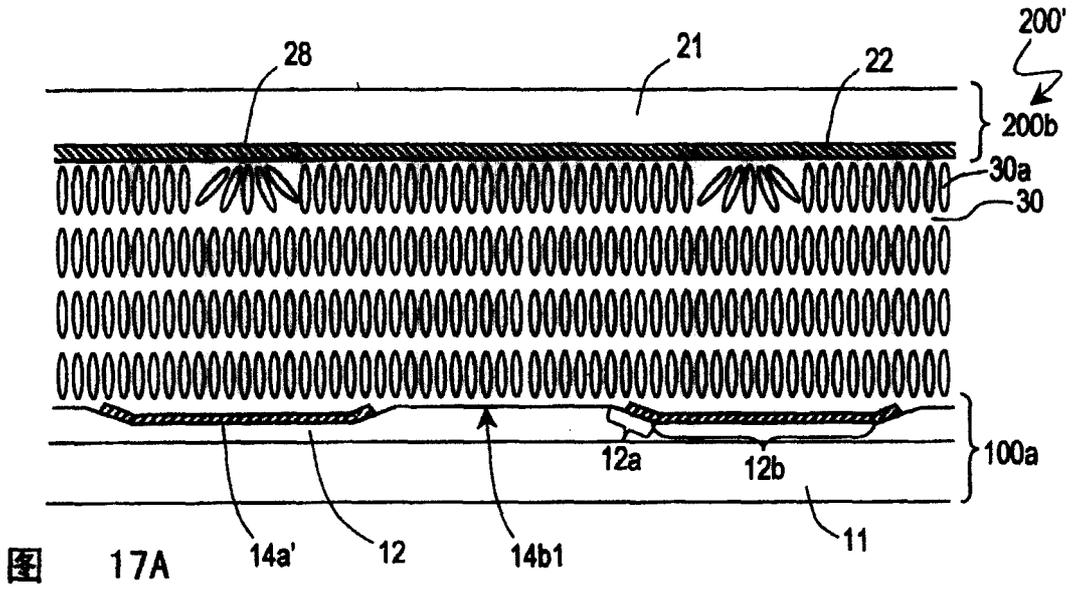


图 17A

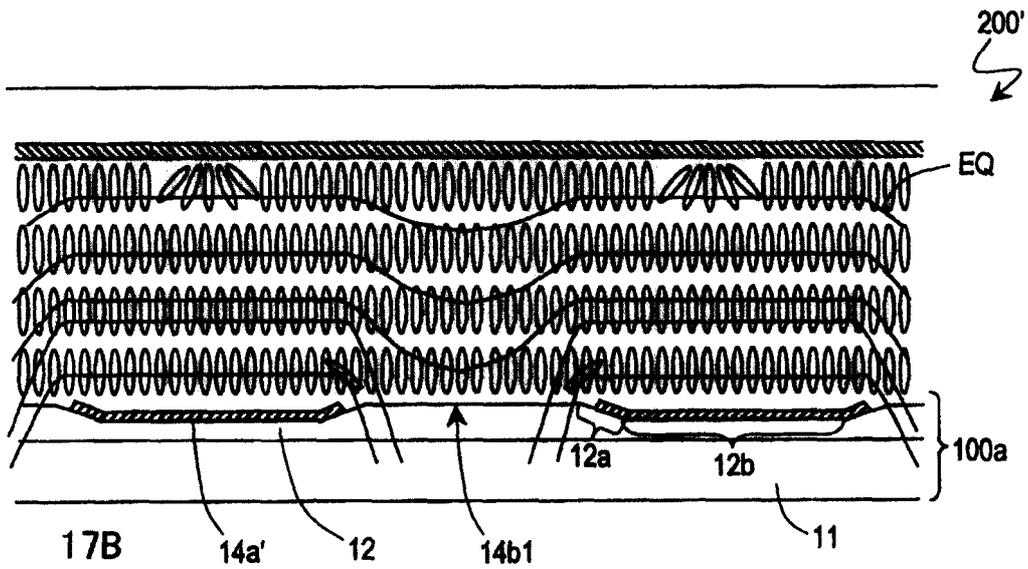


图 17B

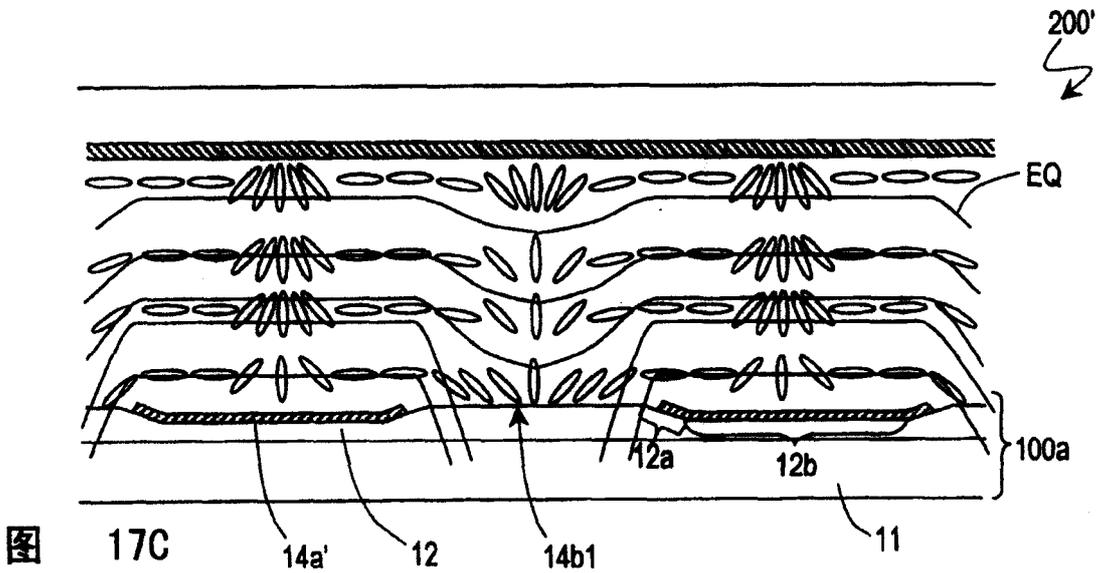


图 17C

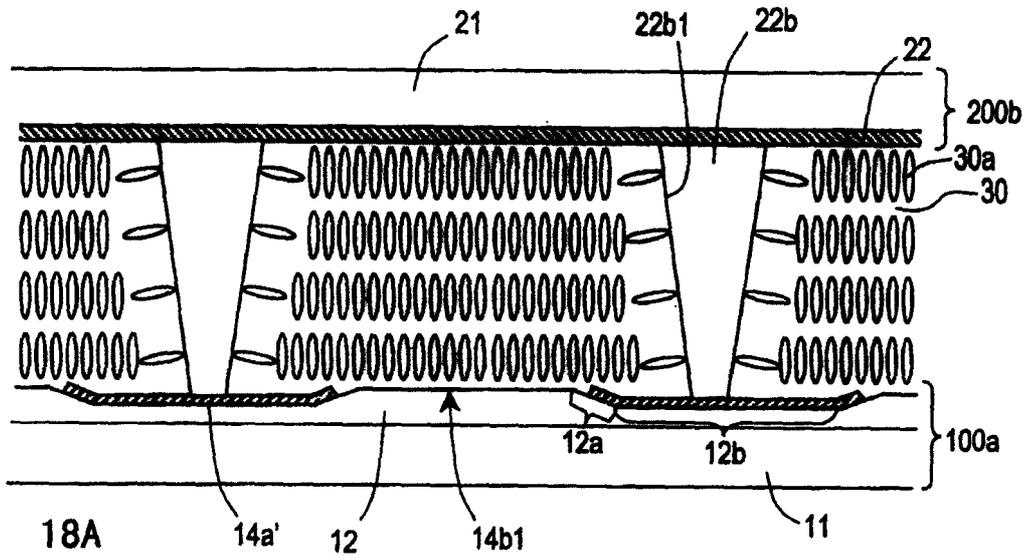


图 18A

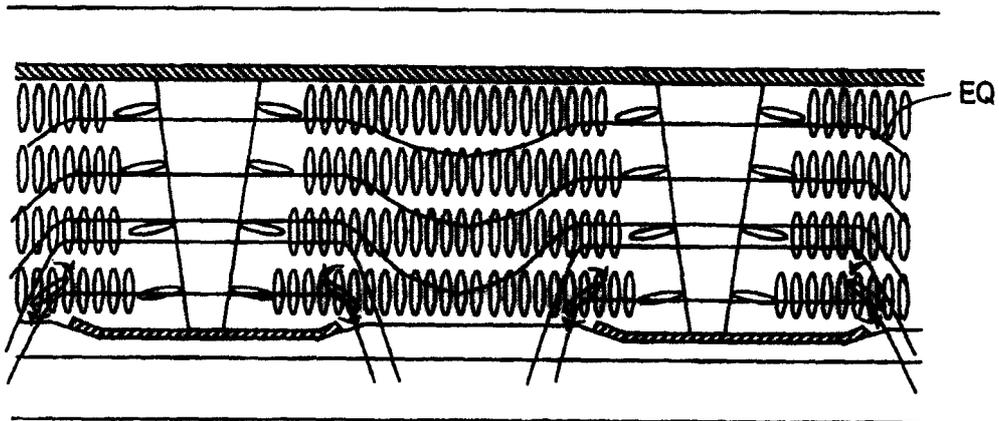


图 18B

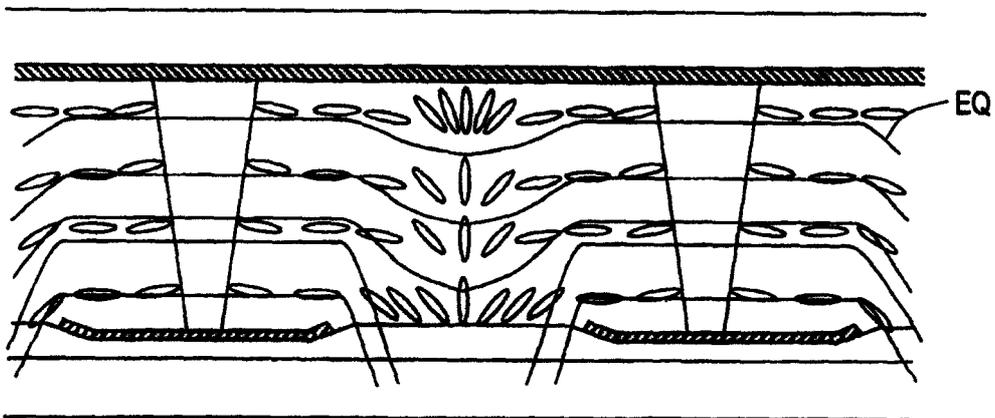


图 18C

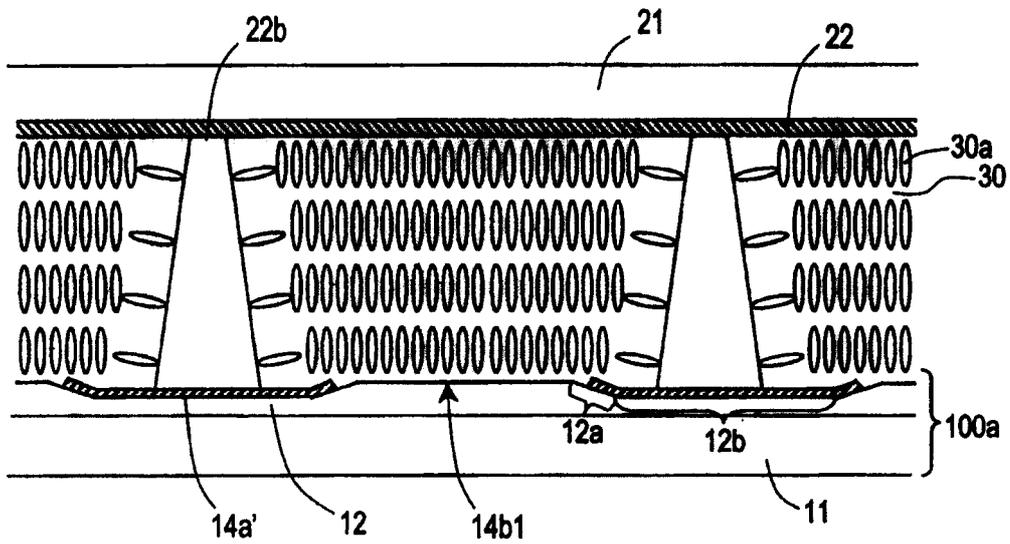


图 19

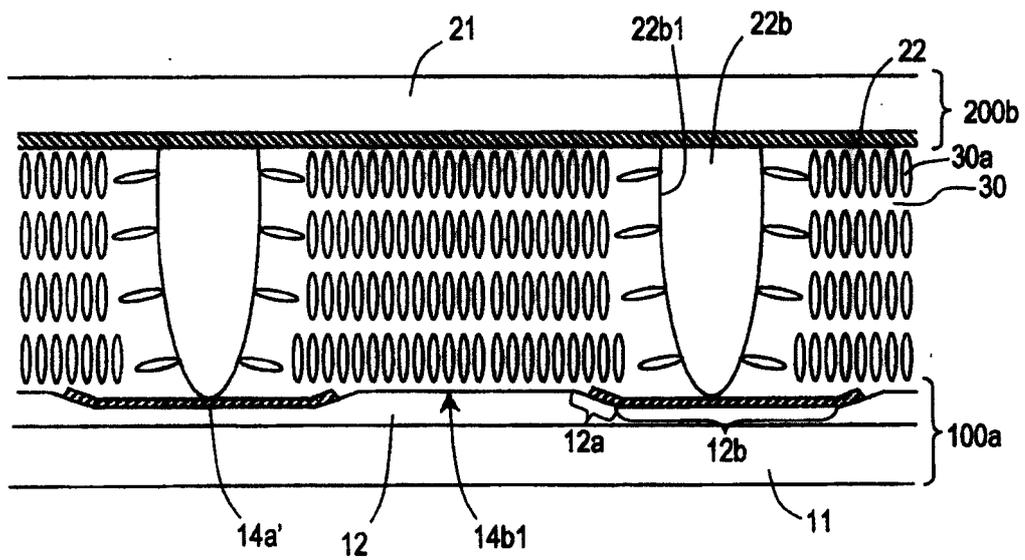


图 20

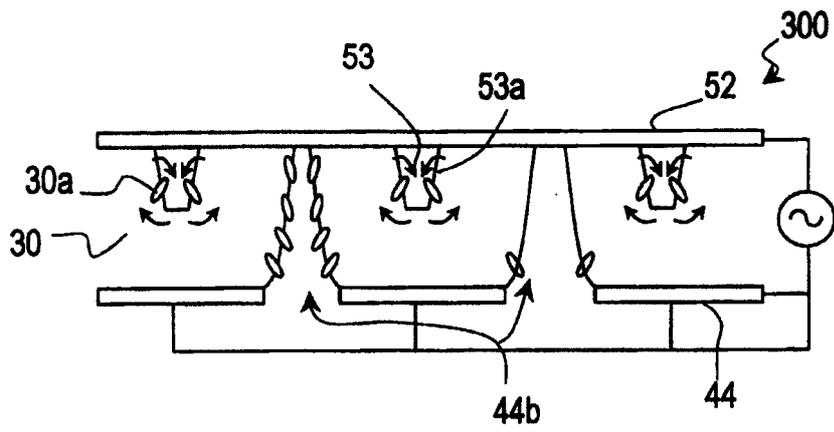


图 21

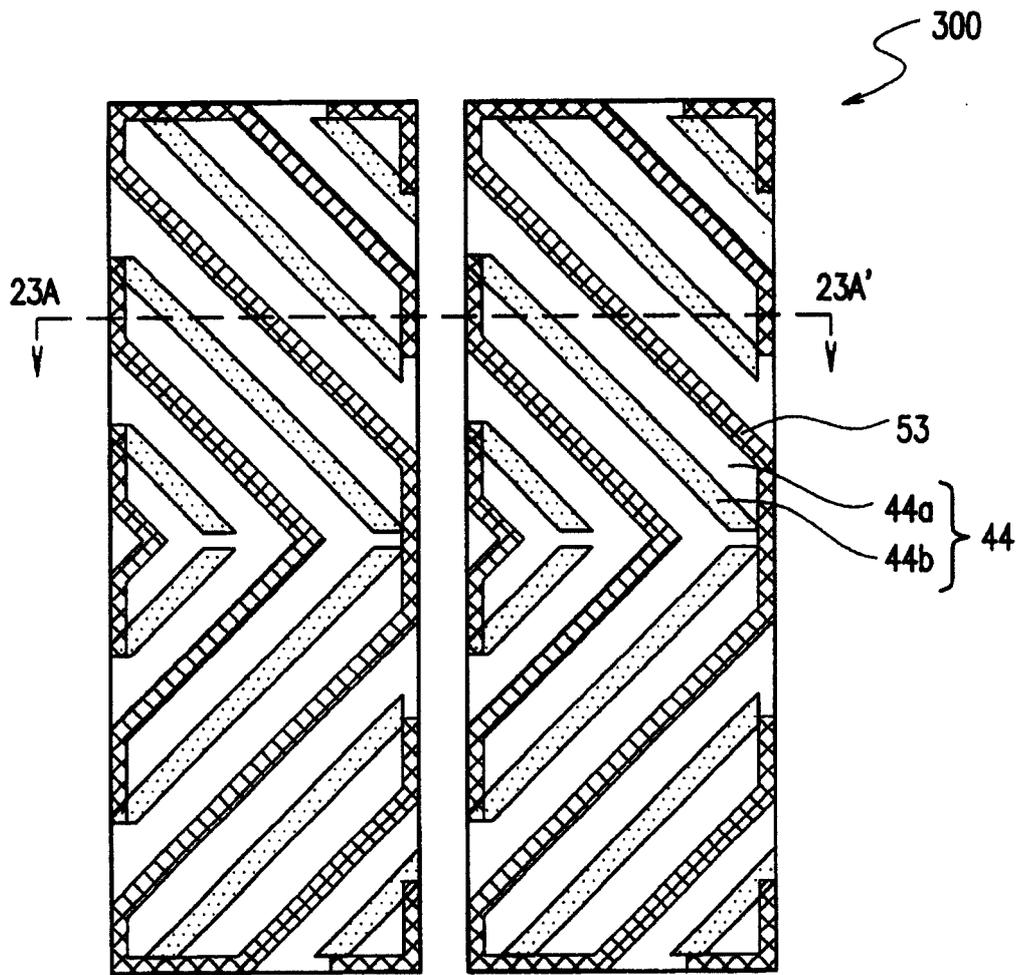


图 22

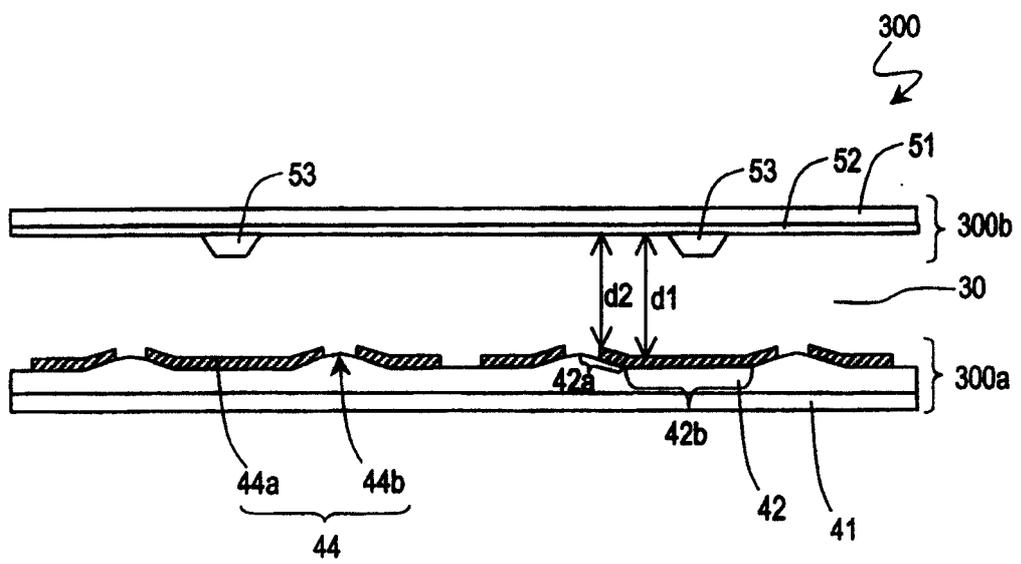


图 23

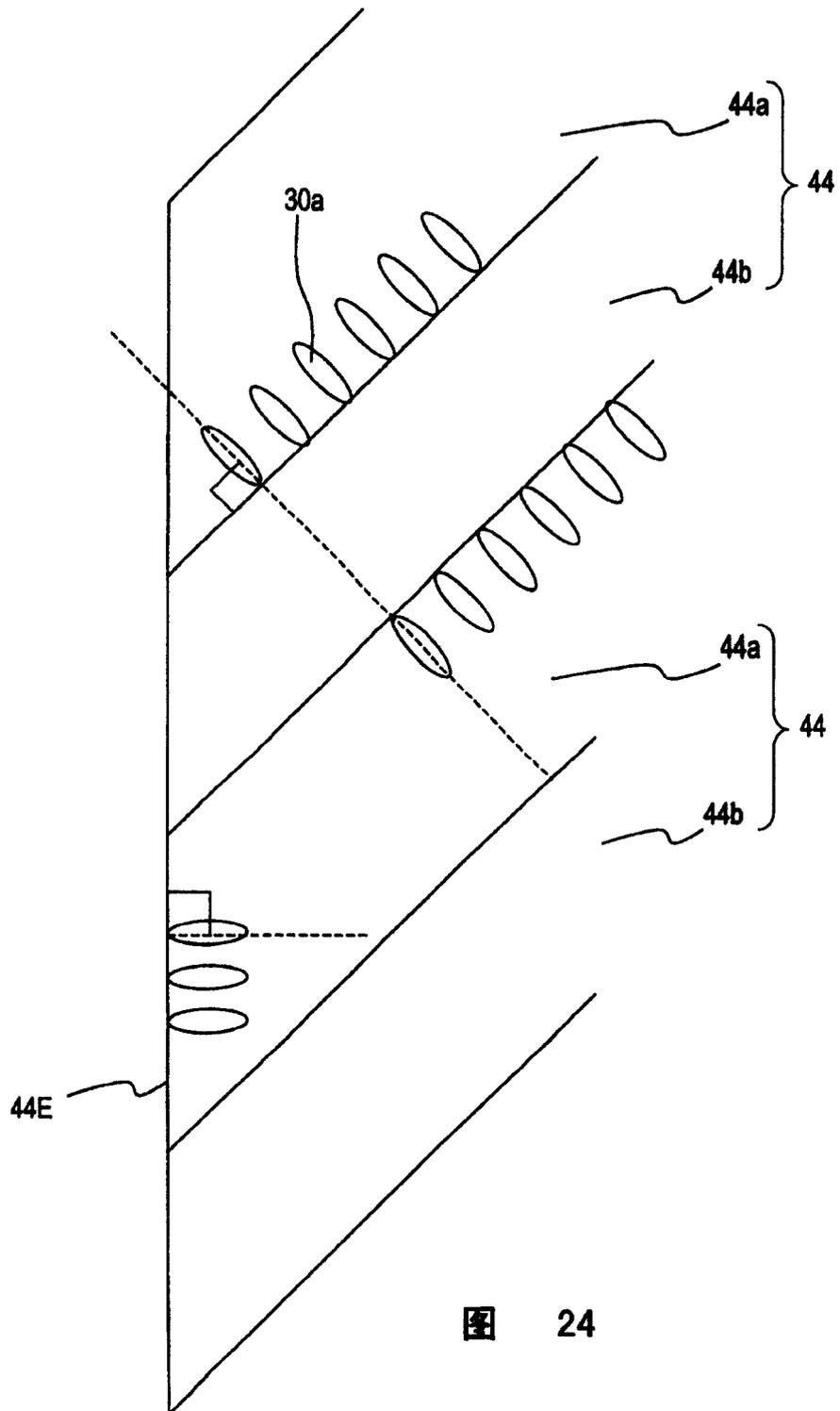


图 24

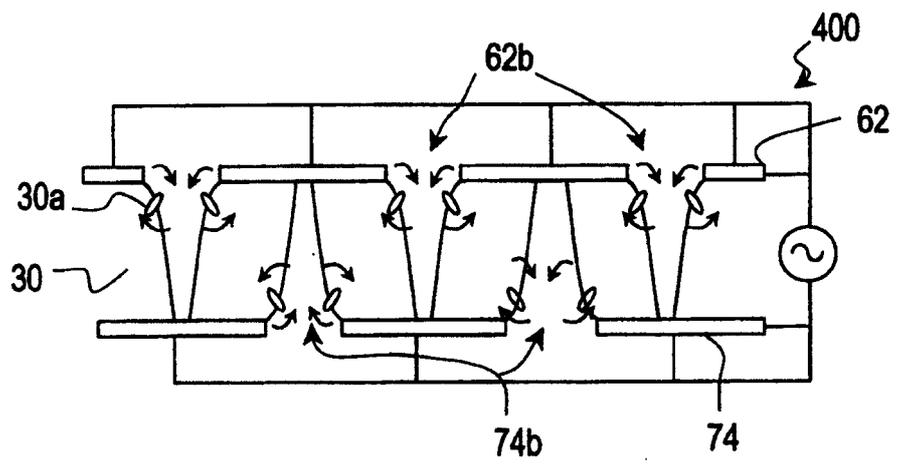


图 25

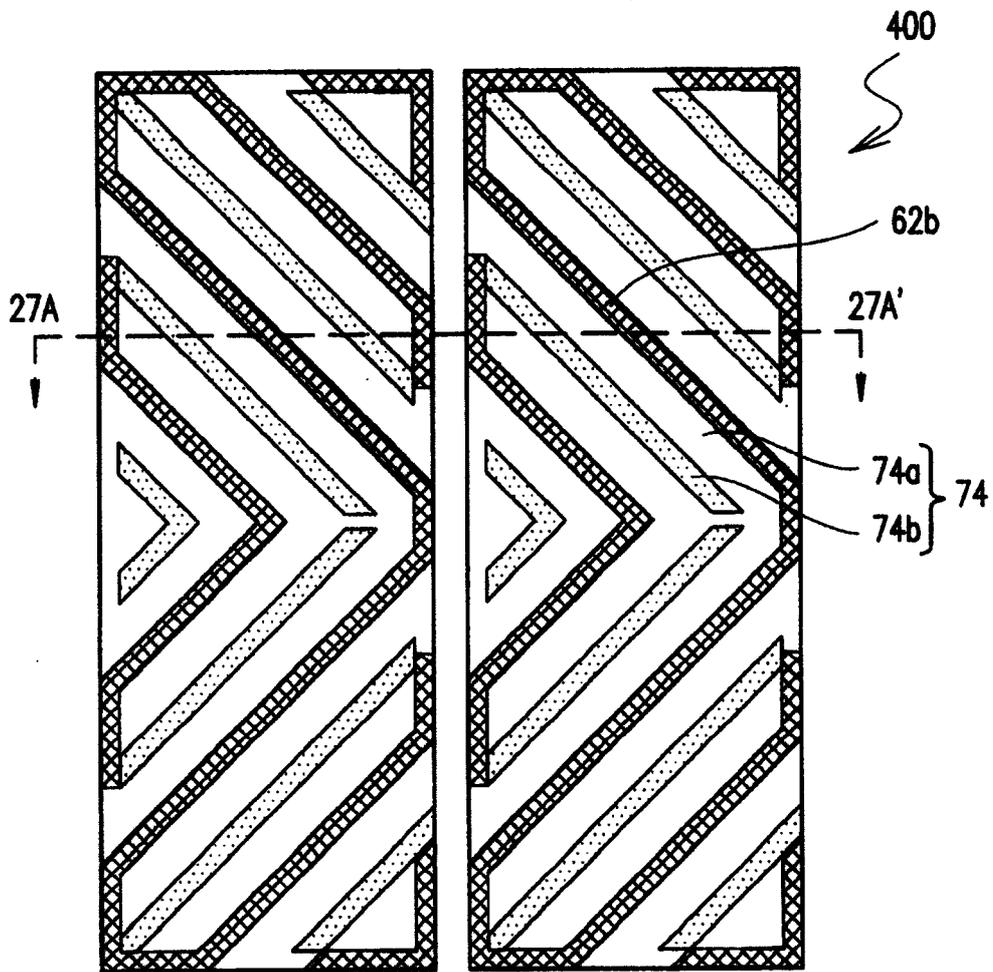


图 26

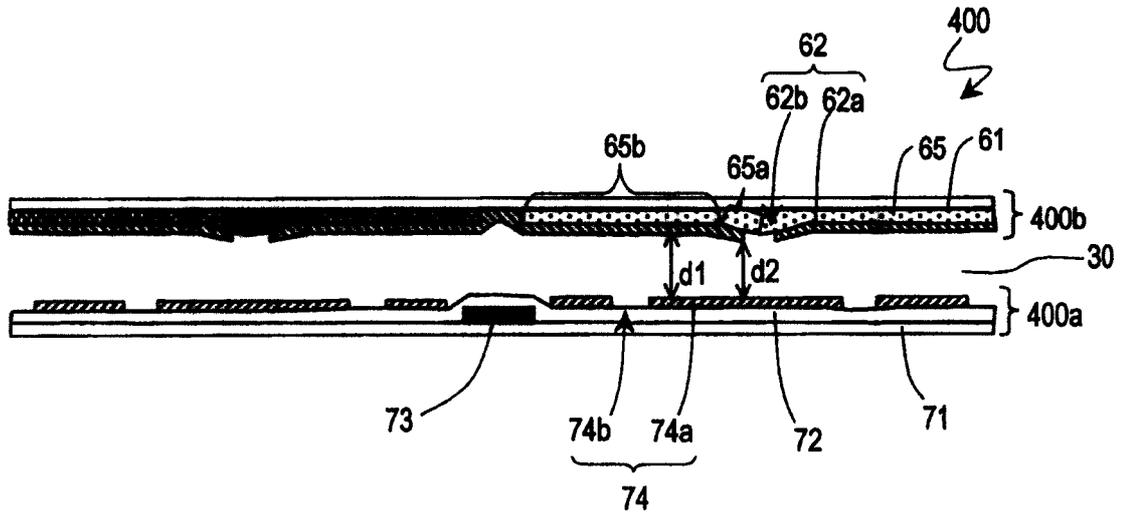


图 27

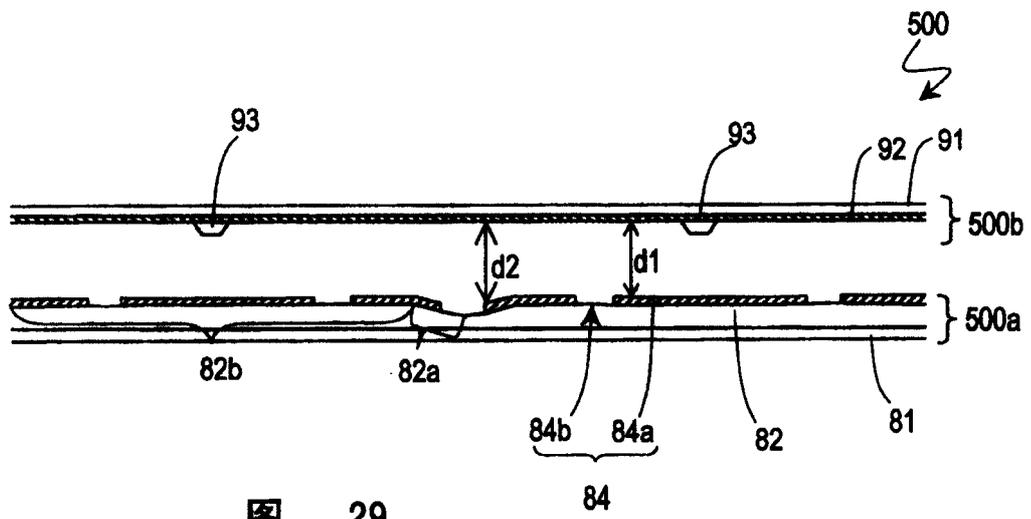


图 29

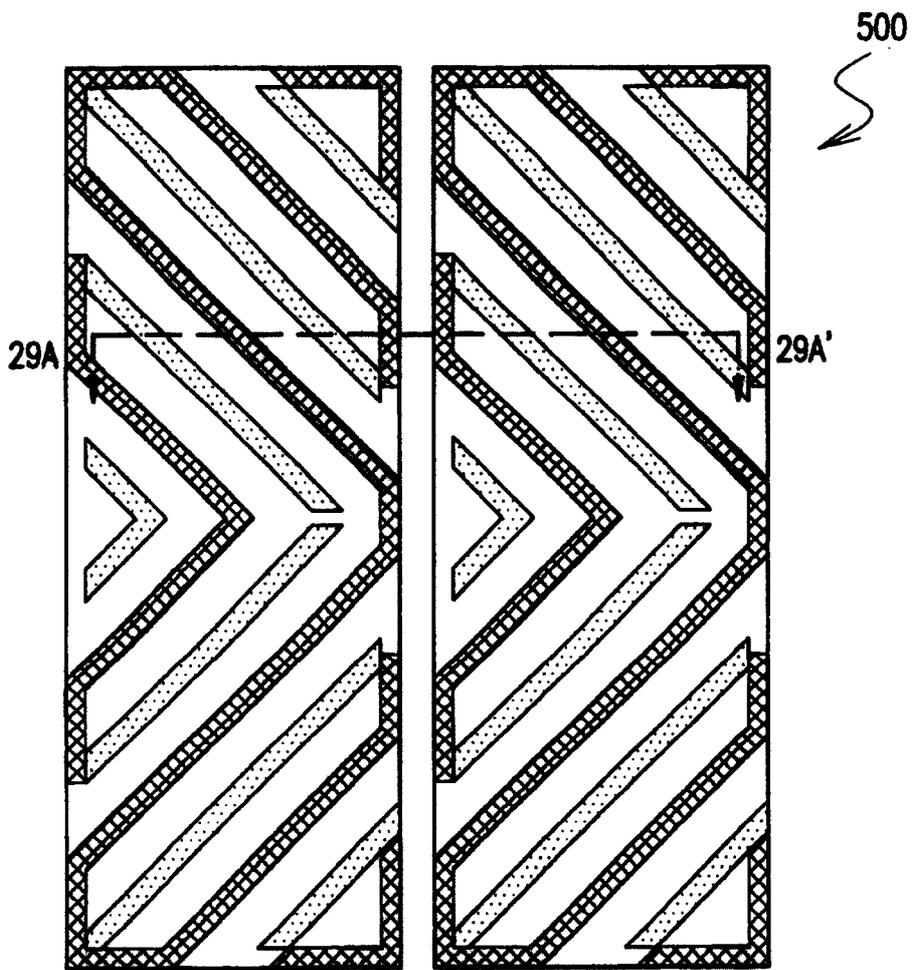


图 28

专利名称(译)	液晶显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">CN1716011A</a>	公开(公告)日	2006-01-04
申请号	CN200510079235.5	申请日	2005-04-26
[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	久保真澄		
发明人	久保真澄		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/1343 G02F1/1368 G09G3/36 G02F1/1337 G02F1/1333 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/133371 G02F1/134309 G02F1/1393		
代理人(译)	张雪梅		
优先权	2004129248 2004-04-26 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>	<a href="#">SIPO</a>	

摘要(译)

本发明的LCD包括第一基板、第二基板、和设置在第一基板和第二基板之间的垂直取向型液晶层。在每个图像元素区域中，在液晶层一侧上的第一基板上设置的第一电极具有由导电膜形成的实心部分和没有设置导电膜的非实心部分。当施加电压时，所述液晶层的取向由在第一电极的非实心部分上产生的倾斜电场控制。实心部分上的液晶层的部分包括具有第一厚度 $d_1$ 的第一区域和具有比第一厚度 $d_1$ 小的第二厚度 $d_2$ 的第二区域，所述第二区域位于非实心部分附近。

