

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1333 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03155468.7

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100405148C

[22] 申请日 2003.9.5 [21] 申请号 03155468.7

[30] 优先权

[32] 2002.9.6 [33] JP [31] 262152/02

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪市

[72] 发明人 荻岛清志 久保真澄

[56] 参考文献

US6094252A 2000.7.25

CN1223383A 1999.7.21

US5541753A 1996.7.30

US4941737 1990.7.17

US6166798A 2000.12.26

CN87106251A 1988.5.4

CN1032182A 1989.4.5

审查员 田 虹

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 刘宗杰 叶恺东

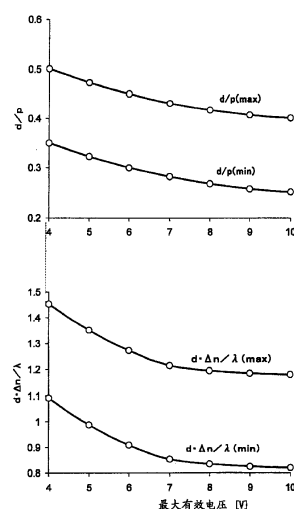
权利要求书 2 页 说明书 29 页 附图 34 页

[54] 发明名称

液晶显示器件

[57] 摘要

在垂直取向模式的液晶显示器件中,即使施加电压时的取向方向的面内分量沿正交尼科耳取向的液晶分子存在,也能可靠地提供使用者无法识别起因于该液晶分子的消光图案的液晶显示器件。当假设施加于垂直取向模式的液晶显示器件的液晶层上的最大施加有效电压为 $V_{\max}$ [V] 时,将液晶层的 d/p 设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.65$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.50$ 之间的值,将液晶层的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.124$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.7603$ 之间的值。



1. 一种液晶显示器件，其中，具有设置在第1基板(100a)与第2基板(100b)之间的液晶层(30)，当在设置于上述第1基板上的第1电极(12)与设置于上述第2基板上、隔着上述液晶层与上述第1电极相向的第2电极(22)之间不施加电压时，该液晶层取垂直取向状态，而在上述第1电极与上述第2电极之间施加电压时，上述液晶层取扭曲结构，同时取与上述基板平行取向的状态，该液晶显示器件的特征在于：

当假设上述液晶层的厚度 d 与液晶的自然的扭曲螺距 p 的比率为 d/p ，施加于上述第1与第2电极之间的最大施加有效电压为 $V_{\max}[V]$ ，透过光的波长为 λ ，上述液晶层的折射率各向异性为 Δn 时，

上述 d/p 被设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.65$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.50$ 之间的值，

$d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.124$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.7603$ 之间的值。

2. 如权利要求1所述的液晶显示器件，其特征在于：

上述 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.041$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.891$ 之间的值。

3. 如权利要求1所述的液晶显示器件，其特征在于：

上述 d/p 被设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.63$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.53$ 之间的值。

4. 如权利要求1所述的液晶显示器件，其特征在于：

在上述液晶层(30)上设置由上述第1和第2电极(12、22)规定的像元区，

在该像元区，至少设置1个在施加电压时液晶分子呈辐射状或轴对称取向的液晶畴。

5. 如权利要求1所述的液晶显示器件，其特征在于：

在上述液晶层(30)上设置由上述第1和第2电极(12、22)规定的像元区，

在与上述像元区对应的第1电极上形成开口部(12a)，在上述第

1 与第 2 电极之间施加电压时,由在该开口部的边缘部所形成的倾斜电场控制液晶分子的取向方向的液晶畴被分别在该开口部和剩余的实心部 (12b) 上形成。

6. 如权利要求 5 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述开口部 (12a) 在每个像元区上被设置多个,上述液晶畴被分别在各开口部和上述实心部 (12b) 之中被上述开口部包围的单位实心部 (12c) 上形成。

7. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述多个开口部 (12a) 被形成为大致相同的形状并且大致相等的尺寸,由上述各开口部形成被配置成具有旋转对称性的单位晶格。

8. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述各开口部 (12a) 的至少 1 个为具有旋转对称性的形状。

9. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述各开口部 (12a) 的至少 1 个大致呈圆形。

10. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述各单位实心部 (12c) 的至少 1 个大致呈圆形。

11. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述各单位实心部 (12c) 的至少 1 个大致呈矩形,其角部大致呈圆弧形。

12. 如权利要求 6 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述各像元区中的各开口部 (12a) 的面积之和小于上述实心部 (12b) 的面积。

13. 如权利要求 1 所述的液晶显示器件,其特征在于:

上述第 1 电极 (12) 是分别对应于多个像元区设置的像元电极,

上述第 1 基板 (100a) 包括对应于上述各像元区的每一个而设置的、用于切换各自的第 1 电极的有源元件。

液晶显示器件

技术领域

本发明涉及垂直取向模式的液晶显示器件。

背景技术

迄今，液晶显示器件作为文字处理器及计算机的画面被广泛地使用，近年来作为电视的画面也急剧地得到普及。这些液晶显示器件中的多数采用 TN（扭曲向列）模式，但在该液晶显示器件中，从斜方向看时，存在对比度容易降低、灰度特性容易反转的问题。

因此，近年来，为了提高从斜方向看的视角特性，像例如与日本国公开公报的特开 2000-47251 号公报（公开日：2000 年 2 月 18 日，以下称为现有例）对应的美国专利申请 6,384,889 号（专利日期：2002 年 5 月 7 日）中公开的液晶显示器件那样，VA（垂直取向）模式的液晶显示器件正变得引人注目。该模式的液晶显示器件的液晶盒系将具有负的介电常数各向异性的向列液晶和垂直取向膜组合起来构成。

在上述 VA 模式的液晶显示器件中，在未施加电压的状态，液晶分子沿垂直方向取向。在该状态的液晶层中，如果从偏振片入射线偏振光，则液晶层几乎不具有双折射各向异性，所以射出维持在偏振状态的线偏振光，在配置于液晶层的相反一侧的偏振片处被吸收。其结果是，液晶显示器件进行黑显示。

另一方面，如果施加电压，则液晶层的液晶分子随所施加的电压而倾斜。这时，例如如在现有例中所示，当液晶分子呈辐射状取向构成时，即使在同一像元区内液晶分子的取向方向也连续地变化。

另外，设想在这些液晶显示器件中，借助于添加手性剂，如通常的扭曲取向那样，沿液晶层的厚度方向使液晶分子的取向呈螺旋状变化，从而使暗视野部分减少，使作为液晶显示器件的亮度提高。

然而，在上述的现有例中，例如如美国专利第 6,384,889 号中的例 7 的最初的段落（相当于上述特开 2000-47251 号公报中的 [0039] 段落）所示，添加手性剂，使得手性剂螺距为 $18[\mu\text{m}]$ ，为盒厚的大致 4 倍，施加电压时的扭曲角被设定为 90 度，但在本条件中，消光图案显著地残留，该消光图案的消光区和消光量增大，其结果是，存在透

射强度的降低发生、导致亮度降低等问题。

另外,在美国公开公报第 0036740 号(公布日期:2002 年 3 月 28 日)中公开了的液晶显示器件中,虽然包含为了液晶的取向稳定而使液晶成为扭曲结构的结构,但却消除了消光图案,或者,不存在通过这样做能使透射率提高这样的概念。另外,也不进行对上述情况的最佳化。

发明内容

本发明的目的在于提供一种透射强度高,也就是说亮度高的垂直取向模式的液晶显示器件,使利用配置成正交尼科耳的 2 块偏振片的偏振轴方向与施加电压时的液晶分子的取向方向的关系而产生的消光图案被抑制到使用者完全无法识别的程度,还可求得能最大限度地利用透射强度的光学物理性质值。

本发明的液晶显示器件是一种液晶显示器件,其中,具有设置在第 1 基板与第 2 基板之间的液晶层,当在设置于上述第 1 基板上的第 1 电极与设置于上述第 2 基板上、隔着上述液晶层与上述第 1 电极相向的第 2 电极之间不施加电压时,该液晶层取垂直取向状态,而在上述第 1 电极与上述第 2 电极之间施加电压时,上述液晶层取扭曲结构,同时取与上述基板平行取向的状态,该液晶显示器件的特征在于,为了解决上述课题,要采取如下的措施。即,当假设上述液晶层的厚度 d 与液晶的自然的扭曲螺距 p 的比率为 d/p ,施加于上述第 1 与第 2 电极之间的最大施加有效电压为 $V_{\max} [V]$,上述液晶层的折射率各向异性为 Δn 时,上述 d/p 被设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.65$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.50$ 之间的值。并且, $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.124$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.7603$ 之间的值。

在上述结构中,由于在上述第 1 与第 2 电极之间不施加电压时液晶层的液晶分子处于垂直取向状态,所以不发生双折射效应和旋光效应,几乎不变更透过液晶层的光的状态而使之射出。另一方面,如果施加电压,则液晶层取扭曲结构,同时上述液晶分子成为与基板平行取向的状态,发生双折射效应和旋光效应。其结果是,在不施加电压时和施加电压时可变更液晶层射出的光的状态,可根据电压变更显示

状态。

此外，本申请的发明人发现，在垂直取向模式的液晶显示器件中，迄今应使利用配置成正交尼科耳的偏振片的偏振轴方向与施加电压时的液晶分取向方向的关系而产生的消光图案被削减到使用者无法识别的程度，另外，还对能最大限度地利用透射强度的光学物理性质值反覆进行了研究，其结果是：（1）在垂直取向模式的液晶显示器件中，由于未施加电压时定为垂直取向状态，借助于给予液晶分子的限制力，基板附近的液晶分子在施加电压时也能维持垂直取向状态；（2）由此，存在使双折射效应和旋光效应发生的液晶分子的区域的厚度比实际液晶层的厚度薄；以及（3）上述区域的厚度随施加电压而变化，从而使本发明得以完成。

即，在本发明的液晶显示器件中，液晶层的 d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在上述范围，即，根据施加于第 1 和第 2 电极上的最大施加有效电压，而且设想在施加电压时基板附近的液晶分子也倾斜地取向，比设定值大的范围。其结果是，可将上述消光图案抑制到使用者无法识别的程度，比起可识别消光图案的情形，可得到更明亮的显示，可实现显示品位高的液晶显示器件。这里，利用本发明可减小的消光图案是在像元内的电极上发生的消光图案。

本发明的其他的目的、特征和优点可通过如下所示的记述充分地了解。另外，本发明的优点用参照附图所作的下述说明而变得明白。

附图说明

图 1 是示出本发明的实施例的图，是示出 d/p 的数值范围和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的数值范围对最大有效电压的曲线图。

图 2 是示出上述液晶显示器件的主要部分结构的图，是示出未施加电压时的液晶显示器件的剖面的示意图。

图 3 是从基板法线方向看上述液晶显示器件的俯视图。

图 4 是示出上述液晶显示器件的液晶盒的图，是示出液晶层的液晶分子的取向随施加于液晶层上的电压而开始变化的状态（导通初始状态）的示意图。

图 5 是示出上述液晶显示器件的液晶盒的图，是示出液晶层的液晶分子的取向随施加于液晶层上的电压而变化后的稳定状态的示意图。

图 6 是示出等电位线与液晶分子的取向的关系的图，是示出等电位线与液晶分子的轴方向正交的情况的示意图。

图 7 是示出等电位线与液晶分子的取向的关系的图，是示出等电位线与液晶分子的轴方向倾斜的情况的示意图。

图 8 是示出等电位线与液晶分子的取向的关系的图，是示出利用等电位线对液晶分子的轴方向倾斜的电场取向的液晶分子和利用等电位线对轴方向垂直的方向而成的电场取向的液晶分子以便与该液晶分子一致的示意图。

图 9 是示出等电位线与液晶分子的取向的关系的图，是示出施加了等电位线形成连续的凹凸形状的电场的情况的示意图。

图 10 是示出上述液晶分子的取向方向的图，是未施加电压时从基板法线方向看各液晶分子时的示意图。

图 11 是示出上述液晶分子的取向方向的图，是示出从基板法线方向看导通初始状态下的各液晶分子时的示意图。

图 12 是示出上述液晶分子的取向方向的图，是示出从基板法线方向看上述稳定状态下的各液晶分子时的示意图。

图 13 是示出 在最大施加有效电压为 $10[V]$ 时各 d/p 的值各自的面积透射强度与 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的关系的曲线图。

图 14 是示出 在最大施加有效电压为 $6[V]$ 时各 d/p 的值各自的面积透射强度与 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的关系的曲线图。

图 15 是示出 在最大施加有效电压为 $4[V]$ 时各 d/p 的值各自的面积透射强度与 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的关系的曲线图。

图 16 是示出 在螺距 $p = 0$ 的上述液晶显示器件中对置电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 17 是示出 在螺距 $p = 0$ 的上述液晶显示器件中液晶层中央附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 18 是示出 在螺距 $p = 0$ 的上述液晶显示器件中像元电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 19 是示出 在螺距 $p = 0$ 的上述液晶显示器件中透射强度分布的附图。

图 20 是示出 在 $d/p = 0.13$ 的上述液晶显示器件中对置电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 21 是示出 在 $d/p = 0.13$ 的上述液晶显示器件中液晶层中央附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 22 是示出 在 $d/p = 0.13$ 的上述液晶显示器件中像元电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 23 是示出 在 $d/p = 0.13$ 的上述液晶显示器件中透射强度分布的附图。

图 24 是示出 在 $d/p = 0.38$ 的上述液晶显示器件中对置电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 25 是示出 在 $d/p = 0.38$ 的上述液晶显示器件中液晶层中央附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 26 是示出 在 $d/p = 0.38$ 的上述液晶显示器件中像元电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 27 是示出 在 $d/p = 0.38$ 的上述液晶显示器件中透射强度分布的附图。

图 28 是示出 在 $d/p = 0.48$ 的上述液晶显示器件中对置电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 29 是示出 在 $d/p = 0.48$ 的上述液晶显示器件中液晶层中央附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 30 是示出 在 $d/p = 0.48$ 的上述液晶显示器件中像元电极表面附近的液晶分子的取向状态的示意图。

图 31 是示出 在 $d/p = 0.48$ 的上述液晶显示器件中透射强度分布的附图。

图 32 是示出在上述液晶显示器件中像元区中的各区与各区中的液晶分子的取向状态的关系的示意图。

图 33 是示出液晶分子的取向状态的图，是示出假定没有由基板表面的垂直取向膜引起的对液晶分子的取向限制力时的示意图。

图 34 是示出液晶分子的取向状态的图，是示出假定具有借助于由基板表面的垂直取向膜引起的对液晶分子的取向限制力在施加电压时也能保持垂直取向状态的液晶分子时的示意图。

图 35 是示出液晶层的扭曲结构的图，是示出假定没有上述取向限制力时的示意图。

图 36 是示出液晶层的扭曲结构的图，是示出假定具有借助于上述

取向限制力在施加电压时也能保持垂直取向状态的液晶分子时的示意图。

图 37 是进一步示出可提高亮度的数值范围的图，是示出 d/p 的数值范围对最大有效电压的曲线图。

图 38 是进一步示出可提高亮度的数值范围的图，是示出 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的数值范围对最大有效电压的曲线图。

图 39 是示出上述液晶显示器件的变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 40 是示出上述液晶显示器件的另一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 41 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 42 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 43 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 44 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 45 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 46 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 47 是示出上述液晶显示器件的又一变例的图，是示出另一形状的像元电极的俯视图。

图 48 是示出单位实心部为圆形时俯视图。

图 49 是示出开口部为圆形时俯视图。

图 50 是示出在单位实心部为圆形时和开口部为圆形时的双方中实心部对像元区的间距的面积比率的曲线图。

具体实施方式

现根据图 1 至图 50 说明本发明的一个实施例如下。即，本实施例的液晶显示器件尽管面积透射强度高，但并不产生消光图案，是可进行良好品质的显示的液晶显示器件，如图 2 所示，它包括垂直取向模

式的液晶盒 100 和在该液晶盒 100 的两侧配置的偏振片 101、102。

上述液晶盒 100 具有薄膜晶体管(TFT)基板等的有源矩阵基板(以下称为“薄膜晶体管(TFT)基板”)100a、滤色片基板等的对置基板(以下也称为“滤色片基板”)100b 和在 TFT 基板 100a 与对置基板 100b 之间设置的液晶层 30。再有,上述 TFT 基板 100a 和对置基板 100b 对应于权利要求范围中所述的第 1 和第 2 基板。

上述液晶层 30 由将手性剂添加到具有负介电常数各向异性的向列液晶材料中的材料形成。另外,手性剂的添加量被设定为液晶层 30 的 d/p 为后述的数值范围,还被设定为液晶层 30 的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 也为后述的数值范围。

这里,上述液晶层 30 的液晶分子 30a 借助于在 TFT 基板 100a 和对置基板 100b 的液晶层 30 一侧的表面上设置的垂直取向层 13 和 23,在不对液晶层 30 施加电压时,如图 2 所示的液晶分子 30a 的状态那样,对垂直取向膜 13、23 的表面垂直地取向。这时,称为液晶层 30 处于垂直取向状态。

再有,处于垂直取向状态的液晶层 30 的液晶分子 30a 根据垂直取向膜 13、23 的种类及液晶材料的种类往往与垂直取向膜 13、23 的表面(基板的表面)的法线有一些倾斜,但一般而言,将液晶分子 30a 对垂直取向膜 13、23 的表面大致垂直取向的状态,即液晶分子 30a 的液晶分子轴(也称为“轴方向”)以大致 $85 \sim 90$ 度的角度取向的状态称为垂直取向状态。

液晶盒 100 的 TFT 基板 100a 具有透明基板(例如玻璃基板)11、在该表面上形成的像元电极(第 1 电极)12 和在 TFT 基板 100a 的液晶层 30 一侧表面上形成的垂直取向膜 13。另一方面,对置基板 100b 具有透明基板(例如玻璃基板)21、在该表面上形成的对置电极(第 2 电极)22 和在对置基板 100b 的液晶层 30 一侧表面上形成的垂直取向膜 23。每个像元区的液晶层 30 的取向状态随施加于像元电极 12 和对置电极 22 上的电压而变化,像元电极 12 和对置电极 22 被配置成隔着液晶层 30 而互相相向。伴随着液晶层 30 的取向状态的变化,利用透过液晶层 30 的光的偏振状态及光量变化的现象进行显示。

再有,以下将对应于显示的最小单位即“像元”的液晶显示器件的区域称为“像元区”。在彩色液晶显示器件中,R、G、B 的“像元”

对应于 1 个“像素”。在有源矩阵型液晶显示器件中，像元区由像元电极和与像元电极相向的对置电极来规定。另外，在后述的简单矩阵型液晶显示器件中，像元区分别由设置成条形的列电极和与列电极正交而设置的行电极相互交叉的区域来规定。再有，在设置黑矩阵的结构中，严格地说，根据应显示的状态而施加电压的区域之中，对应于黑矩阵的开口部的区域变得对应于像元区。

以下，作为液晶盒 100 的优选结构例，在一侧的基板（100a）一侧的一个像元区内，通过形成多个分隔的电极（子像素），形成对电场闭合的区域，利用在该电极边缘发生的倾斜电场，详细地说明进行取向控制的情况。

即，上述像元电极 12 由导电膜（例如 IT0 膜）形成，在像元电极 12 上例如采取除去导电膜等方法，如图 3 所示，形成多个开口部 12a。再有，图 3 是从基板法线方向看到的液晶显示器件的液晶盒 100 的平面图（俯视图），图 2 是沿图 3 的 1B-1B' 线的向视剖面图。另外，以下，将存在导电膜的部分（开口部 12a 以外的部分）称为实心部 12b。在每 1 个像元电极 12 上形成多个上述开口部 12a，但上述实心部 12b 基本上由连续的单一导电膜形成。

在本实施例中，上述多个开口部 12a 被配置成其各自的中心形成正方晶格，被其中心位于形成 1 个单位晶格的 4 个格点上的 4 个开口部 12a 实质上包围的实心部（称为“单位实心部”）12c 具有大致呈圆形的形状。各自的开口部 12a 具有 4 个四分之一圆弧状的边（边缘），而且在其中心形成具有 4 重旋转轴的大致的星形。

再有，为了在像元区 A 的全部上使取向稳定，直至像元电极 12 的端部最好形成单位晶格。因此，如图 3 所示，像元电极 12 的端部最好以相当于开口部 12a 的约二分之一（对应于边的区域）和开口部 12a 的约四分之一（对应于角的区域）的形状构图。另一方面，位于像元电极 12 的中央部的开口部 12a，也就是说被设置成包围住单位实心部 12c、其中心位于形成 1 个单位晶格的 4 个格点上的 4 个开口部 12a 实质上以相同的形状和相同的尺寸形成。另一方面，位于由开口部 12a 形成的单位晶格内的单位实心部 12c 大致呈圆形，实质上具有相同的形状和相同的尺寸。另外，相邻的单位实心部 12c 相互连接在一起，由这些单位实心部 12c 构成实质上具有单一导电膜功能的实心部

12b。

如果在具有上述结构的像元电极 12 与对置电极 22 之间施加电压，由在开口部 12a 的边缘部生成的倾斜电场形成各自具有辐射状倾斜取向的多个液晶畴。液晶畴在对应于各自的开口部 12a 的区域和对应于单位实心部 12c 的区域分别被形成各一个。

在上述结构的液晶盒 100 中，当像元电极 12 与对置电极 22 为相同的电位时（没有对液晶层施加电压的状态），如图 2 所示，像元区内的液晶分子 30a 对两基板 100a 和 100b 的表面垂直地取向。

另一方面，如果对液晶层 30 施加电压，则如图 4 所示，在液晶层 30 上形成用等电位线 EQ（与电力线正交）表现的电位梯度。该等电位线 EQ 在液晶层 30 之中位于像元电极的实心部 12b 与对置电极 22 之间的区域，对实心部 12b 和对置电极 22 的表面平行。与此相对照，在对应于像元电极 12 的开口部 12a 的区域，落入开口部 12a 一侧。因此，在液晶层 30 之中开口部 12a 的边缘部（开口部 12a 内的周边部和开口部 12a 与实心部 12b 的边界部）EG 上的区域，像图中用倾斜的等电位线 EQ 表现的那样，形成倾斜的电场。

这里，使液晶分子 30a 的轴方向对等电位线 EQ 平行（对电力线垂直）地取向的力矩作用在具有负的介电常数各向异性的液晶分子 30a 上。因此，边缘部 EG 上的液晶分子 30a 如图 4 中的箭头所示，在图中的右侧边缘部 EG，沿顺时针方向倾斜（旋转），在图中的左侧边缘部 EG，沿逆时针方向倾斜（旋转）。由此，如图 5 所示，液晶层 30 的液晶分子 30a 除了单位实心部 12c 的中央部和开口部 12a 的中央部以外，均与等电位线 EQ 平行地取向。再有，图 4 示意地示出了液晶分子 30a 的取向随施加于液晶层 30 上的电压开始变化的状态（导通初始状态），图 5 示意地示出了随所施加的电压而变化的液晶分子 30a 的取向达到稳定状态的状态。

更详细地说，如图 6 所示，一旦发生用对液晶分子 30a 的轴方向垂直的等电位线 EQ 表示的电场，则按顺时针方向或逆时针方向倾斜的力矩以相等的概率作用在液晶分子 30a 上。因此，在处于互相相向的平行平板型配置的电极之间的液晶层 30 内，受到顺时针方向的力矩作用的液晶分子 30a 与受到逆时针方向的力矩作用的液晶分子 30a 混合在一起，往往不会平滑地变化到与施加于液晶层 30 上的电压对应的取

向状态。

可是，在本实施例中，在边缘部 EQ 上的区域形成了倾斜电场。这样，一旦发生用对液晶分子 30a 的轴方向倾斜的等电位线 EQ 表示的电场（倾斜电场），则如图 7 所示，液晶分子 30a 向用于与等电位线 EQ 平行的倾斜量少的方向（在图示的例子中为逆时针旋转）倾斜。

另一方面，如图 8 所示，以位于发生了用对液晶分子 30a 的轴方向垂直的方向的等电位线 EQ 表示的电场的区域中液晶分子 30a 的取向与位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 的取向连续（一致）的方式，向与位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 相同的方向倾斜。因此，如图 9 所示，一旦施加其等电位线 EQ 形成连续的凹凸形状的电场，则位于平坦的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 与以下的取向方向，即对该等电位线 EQ 连续、而且受到位于对液晶分子 30a 倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 制约的取向方向一致地取向。再有，“位于等电位线 EQ 上”意味着“位于用等电位线 EQ 表示的电场内”。因此，从位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 开始的取向方向的稳定性分别在向实心部 12b 的中央部和开口部 12a 的中央部方面取得进展。

这里，在开口部 12a 上的区域，位于中央附近的液晶分子 30a 受到开口部 12a 的互相相向的两侧的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向大致相同的影响。因此，如图 5 所示，中央部的液晶分子 30a 保持对等电位线 EQ 垂直的取向状态。另一方面，离开开口部 12a 的中央的区域的液晶分子 30a 分别受到近处的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向的影响而倾斜，形成对开口部 12a 的中心 SA 对称的倾斜取向。

同样，即使在被开口部 12a 实质上包围了的单位实心部 12c 上的区域，对应于单位实心部 12c 的区域的液晶分子 30a 受到开口部 12a 的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向的影响。另外，位于单位实心部 12c 的中央附近的液晶分子 30a 受到单位实心部 12c 的互相相向的两侧的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向大致相同的影响。其结果是，即使在单位实心部 12c 上的区域，液晶分子 30a 成为对单位实心部 12c 的中心 SB（对应于开口部 12a 形成的单位单位晶格的中心）对称的倾斜取向状态。

因此，如上所述，从位于倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 开始的取向的变化取得进展，像元区内的液晶分子 30a 达到稳定状态，

从液晶层截面看的取向状态成为上述图 5 中示意地表示的取向状态。

另一方面，基板面内方向上的液晶层 30 的取向状态随电压的施加而发生图 10~图 12 那样的变化。即，在没有对液晶层 30 施加电压的状态下，如图 10 所示，像元区内的液晶分子 30a 的取向方向受到垂直取向层 13、23 制约，取垂直取向状态。再有，在从基板法线方向看到的示出液晶分子 30a 的取向状态的图中，被描绘成椭圆状的液晶分子 30a 的前端是用黑色表示的一端，该端与另一端相比，表明液晶分子 30a 向接近于设置具有开口部 12a 的像元电极 12 的基板一侧倾斜。

一旦对液晶层 30 施加电场，产生用图 4 中所示的等电位线 EQ 表示的电场，则在具有负的介电常数各向异性的液晶分子中发生其轴方向平行于等电位线 EQ 的力矩。如上所述，用对液晶分子 30a 的分子轴垂直的等电位线 EQ 表示的电场下的液晶分子 30a 由于该液晶分子 30a 倾斜（旋转）的方向并不唯一地被确定，所以不容易引起取向的变化（倾斜或旋转），而置于对液晶分子 30a 的分子轴倾斜的等电位线 EQ 下的液晶分子 30a 其倾斜（旋转）方向唯一地被确定，所以容易引起取向的变化。因此，如图 11 所示，从液晶分子 30a 的分子轴对等电位线 EQ 倾斜的区域，即开口部 12a 的边缘部 EG，液晶分子 30a 开始倾斜，周围的液晶分子 30a 也发生倾斜，以便取得与开口部 12a 的边缘部 EG 的倾斜的液晶分子 30a 的取向的一致性，从而在图 12 所示的状态下液晶分子 30a 的轴方向得以稳定。再有，在本实施例中，由于液晶分子 30a 具有自然扭曲的螺距 p ，所以扭曲发生了，但其影响将在以后叙述。

这里，本实施例的开口部 12a 为具有旋转对称性的形状。因此，像元区内的液晶分子 30a 在施加电压时从开口部 12a 的边缘部 EG 向开口部 12a 的中心倾斜。另外，在施加电压时，来自边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向限制力在开口部 12a 的中心 SA 附近达到平衡。因此，开口部 12a 的中心 SA 附近的液晶分子 30a 维持对基板面垂直取向的状态，其周围的液晶分子 30a 以开口部 12a 的中心 SA 附近的液晶分子 30a 为中心，成为呈辐射状倾斜取向的状态。另外，在该状态下，上述周围的液晶分子 30a 的取向状态相互连续地（平滑地）变化。

其结果是，如果从垂直于液晶盒 100 的显示面的方向（垂直于基板 100a 和 100b 的表面的方向）看，则液晶分子 30a 的轴方向成为对

开口部 12a 的中心呈辐射状取向的状态。再有，这样，在本申请的说明书中，将液晶层 30 的液晶分子 30a 呈辐射状倾斜取向的状态称为“辐射状倾斜取向”。另外，将对 1 个中心取辐射状倾斜取向的液晶层的区域称为液晶畴。

同样，即使在对应于单位实心部 12c 的区域，也取辐射状倾斜取向，即使在该区域中，也形成其液晶分子 30a 取辐射状倾斜取向的液晶畴。更详细地说，液晶分子 30a 倾斜成与在开口部 12a 的边缘部 EG 上所生成的倾斜电场中倾斜的液晶分子 30a 的取向一致，在施加电压时，来自边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向限制力在单位实心部 12c 的中心 SB 附近达到平衡。因此，在施加电压时，开口部 12a 的中心 SA 附近的液晶分子 30a 维持对基板面垂直取向的状态，其周围的液晶分子 30a 以单位实心部 12c 的中心 SB 附近的液晶分子 30a 为中心，取向方向的面内分量呈辐射状，法线方向分量成为倾斜的状态。另外，在该状态下，上述周围的液晶分子 30a 的取向状态相互连续地（平滑地）变化。

这样，本实施例的液晶显示器件的像元电极 12 具有多个开口部 12a，如果对像元电极 12 施加电压，则在像元区内的液晶层内，形成了用具有倾斜区域的等电位线 EQ 表示的电场。液晶层 30 内具有负的介电常数各向异性的液晶分子 30a 在未施加电压时处于垂直取向状态，但如果对像元电极 12 施加电压，则将位于上述倾斜的等电位线 EQ 上的液晶分子 30a 的取向变化作为引发剂而使取向方向发生变化，在开口部 12a 和实心部 12b 上形成具有稳定的辐射状倾斜取向的液晶畴。这里，该液晶畴的液晶分子的取向随施加在液晶层 30 上的电压而变化。其结果是，液晶显示器件可根据所施加电压而变更显示状态。

另外，在单位实心部 12c 上形成的液晶畴中的辐射状倾斜取向和在开口部 12a 上形成的辐射状倾斜取向连续，均取向成与开口部 12a 的边缘部 EG 的液晶分子 30a 的取向一致。因此，在开口部 12a 上形成的液晶畴内的液晶分子 30a 取向成上侧（基板 100b 一侧）开放的圆锥状，在单位实心部 12c 上形成的液晶畴内的液晶分子 30a 取向成下侧（基板 100a 一侧）开放的圆锥状。这样，由于在开口部 12a 上形成的液晶畴和在单位实心部 12c 上形成的液晶畴内所形成的辐射状倾斜取向是互相连续的，所以在这些边界处不形成向错线（取向缺陷），据

此，不会引起因向错线的发生而导致的显示品位的下降。

再有，在本实施例中，在全部像元区，如果液晶分子 30a 取辐射状倾斜取向的液晶畴被排列成正方晶格状，则各自的轴方向的液晶分子 30a 的存在概率具有旋转对称性，对于所有的视角方向均可实现无不均匀性的高品位的显示。这里，为了减少具有辐射状倾斜取向的液晶畴与视角的依赖关系，液晶畴最好具有高旋转对称性（最好是 2 重旋转轴以上，如为 4 重旋转轴以上则更好）。另外，为了减少整个像元区与视角的依赖关系，在像元区所形成的多个液晶畴最好构成用具有高旋转对称性（最好是 2 重旋转轴以上，如为 4 重旋转轴以上则更好）的单位（例如单位晶格）的组合表示的排列（例如正方晶格）。

在使用了上述液晶盒 100 的液晶显示器件中，在未施加电压的状态，液晶层 30 的几乎全部液晶分子 30a 均取垂直取向状态。因此，如图 2 所示，如果液晶盒 100 被偏振片 101 和偏振片 102 夹持，则入射光被偏振片 101 变成线偏振光，入射到液晶盒 100。在液晶盒 100 中，由于不发生双折射效应，所以该入射光大致以原有的状态通过液晶盒 100，到达偏振片 102 一侧。这里，偏振片 101 的偏振轴与偏振片 102 的偏振轴被配置成相互正交。因此，通过液晶盒 100 的光的几乎全部均被偏振片 102 吸收。其结果是，液晶显示器件在未施加电压的状态下成为黑显示。特别是，在本实施例的液晶显示器件中，液晶盒 100 中的液晶分子 30a 在黑显示时由于可得到大致上完全的垂直取向状态，光漏泄几乎不会发生，可实现高对比度的显示。

另一方面，由于如果施加电压，则液晶层的液晶分子 30a 成为辐射状倾斜取向状态，所以当液晶盒 100 被偏振片 101 和偏振片 102 夹持时，入射光被偏振片 101 变成线偏振光，入射到液晶盒 100 中，由于在液晶盒 100 中发生双折射效应，从而该入射光改变其偏振状态，同时通过液晶盒 100，到达偏振片 102 一侧。这时，在偏振片 102 的偏振轴方向，改变了该偏振状态的光分量通过偏振片 102 而射出，得到白显示。另外，由于通过改变所施加的电压，辐射状倾斜取向的倾斜量发生变化，由此发生的双折射效应的发生量也发生变化，所以来自偏振片 102 的射出光量发生变化。据此，对应于所施加电压的灰度显示成为可能。

另外，由于呈辐射状倾斜取向，所以在像元区，在各方向取向的

液晶分子 30a 的存在概率具有旋转对称性，液晶分子 30a 的取向方向互不相同的区域彼此之间在光学上相互补偿。其结果是，液晶显示器件的使用者从任何方向均可看到液晶显示器件，如在整个像元区看，则射出光的强度（像元的亮度）大致相同，可得到宽的视角。

这里，在液晶层没有扭曲的结构时，在液晶盒 100 被将偏振轴配置成正交尼科耳的 2 块偏振片 101、102 夹持时，出现了消光图案发生这样的现象，也就是说，在液晶盒 100 中，像辐射状倾斜取向那样，当各自的液晶分子 30a 分别按不同的方向取向时，因为偏振片的偏振轴方向与施加电压时的液晶分子 30a 的取向方向有关，所以在每个微小单位区域中发生的双折射效应的发生量不同，在每个微小单位区域中发生作为亮度差而被识别这样的现象，由于减小了有效地透过光的微小单位区域，从而招致亮度降低。再有，所谓微小单位区域意味着使液晶层平行于层厚方向，按液晶分子尺度的区域分割的 1 个区域。具体地说，如后面将要述及的图 33～图 36 等所示，它是液晶分子在层厚方向排成 1 列的微小单位区域。

与此相对照，在本实施例的液晶显示器件中，液晶盒 100 的 d/p 与最大施加有效电压（白显示时所施加的有效电压） $V_{\max}[V]$ 的关系如以下的不等式 (1) 所示，被设定为：

$$d/p(\min) \leq d/p \leq d/p(\max)$$

式中，

$$\begin{aligned} d/p(\max) &= 0.0021 \times (V_{\max})^2 \\ &\quad - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.65 \\ d/p(\min) &= 0.0021 \times (V_{\max})^2 \\ &\quad - 0.0458 \times (V_{\max}) \\ &\quad + 0.50 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

再有，上述 $d[\mu m]$ 是液晶盒 100 的盒隙， $p[\mu m]$ 是液晶的自然的扭曲螺距（是不受制约的液晶具有的液晶扭曲量，是为了扭曲 360 度所需的长度）。这里，在本实施例的液晶盒 100 中，通过向液晶中添加手性剂来设定 p 。

进而，在本实施例中，液晶盒 100 的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 与最大施加有效

电压（白显示时所施加的有效电压） $V_{\max}$ 的关系如以下的不等式（2）所示，被设定为：

$$d \cdot \Delta n / \lambda (\min) \leq d \cdot \Delta n / \lambda \leq d \cdot \Delta n / \lambda (\max)$$

式中，

$$\begin{aligned} d \cdot \Delta n / \lambda (\max) &= -0.00026 \times (V_{\max})^3 \\ &\quad + 0.016 \times (V_{\max})^2 \\ &\quad - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.124 \\ d \cdot \Delta n / \lambda (\min) &= -0.00026 \times (V_{\max})^3 \\ &\quad + 0.016 \times (V_{\max})^2 \\ &\quad - 0.2281 \times (V_{\max}) \\ &\quad + 1.7603 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

再有， Δn 是双折射各向异性， $\lambda [\mu\text{m}]$ 是透射光的波长。图 1 是示出 d/p 对最大施加有效电压的数值范围和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 对最大施加有效电压的数值范围的曲线图。即，如图 1 所示， d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 与最大施加有效电压 $V_{\max}$ 的关系被设定在满足上述不等式（1）和（2）的范围内。

其结果是，在本实施例的液晶显示器件中，能可靠地得到：上述消光图案变得无法识别，并且各微小单位区域的透射强度变得最大，显示品位大幅度提高的液晶显示器件。

这里，上述不等式（1）和（2）用以下的方式导出。即，在上述结构的液晶显示器件中，对于最大施加有效电压 $V_{\max}$ 与 d/p 的各个组合，通过模拟算出面积透射强度（对面内的例如 1 个像元中的微小单位区域的透射强度进行积分后归一化了的值）成为最大的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 。

按照上述模拟结果，例如，在最大施加有效电压为 10[V] 时，各 d/p 下的面积透射强度与 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的关系如图 13 所示那样变化。这时，例如如设 $d/p = 0.38$ ，当 $d \cdot \Delta n / \lambda = 1.03$ 时，面积透射强度变得最大。另外，在最大施加有效电压为 6[V] 时，各 d/p 下的面积透射强度对 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的变化如图 14 所示，例如在 $d/p = 0.38$ ， $d \cdot \Delta n / \lambda = 1.10$ 时，面积透射强度变得最大。此外，在最大施加有效电压为 4[V] 时，各 d/p 下的面积透射强度与 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的关系如图 15 所示那样变化。这时，例如如设 $d/p = 0.38$ ，当 $d \cdot \Delta n / \lambda = 1.31$ 时，面积

样变化。这时，例如如设 $d/p = 0.38$ ，当 $d \cdot \Delta n / \lambda = 1.31$ 时，面积透射强度变得最大。

此外，在面积透射强度变得最大的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 处，通过模拟算出液晶畴（子像素）中的透射强度分布，直至消光图案无法识别的程度为止，对是否抑制消光图案的发生作出评价。再有，用模拟法，根据 Ericksen-Leslie 的理论，通过建立向矢的运动方程进行 3 维计算，算出液晶的向矢，利用 Jones 矩阵进行解析，进行光学计算。

作为一例，在 $V_{\max} = 6[V]$ ，而且液晶不取扭曲结构， $d/p = 0.13$ 、 0.38 和 0.48 时，将对置电极 22 的表面附近、液晶层 30 的中央附近和像元电极 12 的表面附近的液晶分子 30a 的取向方向分布和透射强度分布示于图 16～图 31。另外，设定成在各 d/p 下的面积透射强度对 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 为最大。这里，在上述模拟中，对于 -2.5 至 -6.5 的介电常数各向异性 $\Delta \epsilon$ 与 0.9 至 2.0 的弹性常数比 K_{11}/K_{33} 的组合进行模拟，而在图 13～图 31 中，在上述模拟结果之中作为代表性的附图，例示出液晶层 30 的介电常数各向异性 $\Delta \epsilon = -4$ 、弹性常数 $K_{11}/K_{33} = 1.1$ 的情形。

在液晶不取扭曲结构时，如图 16～图 18 所示，在对置电极 22 的表面附近，液晶层 30 的中央附近（厚度方向的中央附近）和像元电极 12 的表面附近，以液晶分子的取向方向相互大致相等的方式进行了取向。因此，在液晶分子 30a 在与偏振片 101、102 的偏振轴方向不同的方向进行取向的液晶区域，因为双折射效应，有光透过，但在液晶分子 30a 在与偏振轴方向相同的方向进行取向的区域，双折射效应不会发生，如图 19 所示，发生了清晰的十字状的消光图案。

另外，在 $d/p = 0.13$ 时，如图 20～23 所示，在对置电极 22 的表面附近、液晶层 30 的中央附近和像元电极 12 的表面附近，液晶分子 30a 的取向方向有少许不同，在 2 片基板之间液晶层 30 形成了扭曲结构。另外，即使在面内，以畴（在图中为单位实心部 12c）的中央部为中心，得到漩涡状的取向。因此，在透射强度分布中，如图 23 所示，发生了漩涡状的消光图案。但是，这时，由于加上因液晶层 30 形成扭曲结构而发生的旋光效应，与液晶不取扭曲结构的情形相比，该消光图案变浅，面积透射强度增高。

在设 $d/p = 0.38$ 时，如图 24～26 所示，在对置电极 22 的表面附

近、液晶层 30 的中央附近和像元电极 12 的表面附近，液晶分子 30a 的取向方向比起 $d/p = 0.13$ 的情形有很大的不同，形成更为明晰的扭曲结构。另外，这时，如图 27 所示，面积透射强度最大，消光图案大体上消失。也就是说，在各微小单位区域得到的透射强度成为最大的状态下，在畴内的每个微小单位区域发生的双折射效应或者旋光效应的发生量变得相等。

进而，增加液晶扭曲量，在设 $d/p = 0.48$ 时，如图 27 ~ 图 30 所示，对置电极 22 的表面附近、液晶层 30 的中央附近和像元电极 12 的表面附近的液晶分子 30a 的取向方向的差异更为增大。但是，这时，即使在面积透射强度变得最高的情形，如图 31 所示，消光图案发生了。也就是说，在畴内的每个微小单位区域发生的双折射效应或者旋光效应的发生量方面发生了差异。

进而，如上所述，对于最大施加有效电压 $V_{\max}$ 与 d/p 的各个组合，通过模拟算出面积透射强度成为最大的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 的透射强度分布，对是否抑制消光图案的发生作出评价，进而，从成为评价对象的组合，即液晶盒 100 的 d/p 、 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 和最大施加有效电压 $V_{\max}$ 的组合，直至消光图案无法识别的程度，消光图案的发生受到抑制，抽出面积透射强度高的组合，用对 $V_{\max}$ 的 2 次方程和 3 次方程来近似这些组合存在的范围，导出上述不等式 (1) 和 (2)。

进而，参照上述模拟结果，在 d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定为满足不等式 (1) 和 (2) 的值时，难以识别消光图案，而且确认了各自的微小单位区域中的透射强度较高，同时在不满足上述不等式时，消光图案发生，即使消光图案消失，也可确认微小单位区域中的透射强度降低，面积透射强度降低。

这里，通过采用将偏振轴按正交尼科耳的关系配置的 2 块偏振片 101、102 夹持液晶盒 100，为了使所发生的消光图案消失，应使各微小单位区域中的双折射效应或者旋光效应的发生量相等，其结果是，各区域的透射强度最好变得相等。在本实施例中，由于取辐射状倾斜取向，入射到液晶盒 100 的光的偏振方向与各微小单位区域的入射侧基板表面的液晶分子 30a 的取向方向的夹角是不均匀的。因此，在液晶层 30 不形成扭曲结构时，也就是说，仅发生双折射效应时，在每个微小单位区域，双折射效应的发生量不同，发生了消光图案。

然而，在液晶层 30 取扭曲结构，且其扭曲角为 90 度时，在此处发生的双折射效应或者旋光效应的发生量在每个微小单位区域变得相等，而与入射到液晶盒 100 的光的偏振方向与入射侧基板表面的液晶分子 30a 的取向方向的夹角无关。也就是说，在本实施例中，液晶盒 100 的各微小单位区域的液晶层 30 最好各自均匀地扭曲 90 度。

此外，在这里，如上所述，在本实施例中，如果施加电压，则液晶分子 30a 倾斜，使得液晶分子 30a 的轴方向沿着等电位线 EQ。因此，在图 32 所示的区域 A1，即液晶畴之中，在除去中央部和边缘部 EC 的区域 A1 中，等电位线 EQ 与基板表面大致平行，如果为原来的情形，则如图 33 所示，在两基板 100a、100b 之间的液晶层 30 内，在厚度方向的整个区域 dx，液晶分子 30a 应该倾斜，使得长轴方向与基板表面大致平行。

可是，在两基板 100a、100b 的液晶层 30 一侧的表面，为了在未施加电压时使液晶分子 30a 处于垂直取向状态，要设置垂直取向膜 13、23。因此，如图 34 所示，在两基板附近 dz 处，借助于该垂直取向膜 13、23 的取向限制力，液晶分子 30a 在未施加电压时也维持垂直取向状态。

因此，如图 34 所示，借助于在施加电压时进行倾斜取向，可赋予双折射效应的液晶分子 30a 成为不是在厚度方向的整个区域 dx，而是在除了基板附近 dz 的区域 dy 的液晶分子 30a。再有，如用相同的符号参照各区域 dx、dy 和 dz 的厚度方向的长度，则 $dx = dy + 2dz$ 。

上面已说明了液晶层 30 不取扭曲结构而仅发生双折射效应的情形，但即使液晶层 30 为扭曲结构，也发生旋光效应时，也是一样的。即，在本实施例的液晶盒 100 中，通过添加手性剂，设定液晶的自然扭曲螺距 p，但液晶分子 30a 的取向方向的面内分量（面内方向）不特别受到制约。因此，如果为原来的情形，则如图 35 所示，液晶分子 30a 在遍及液晶层 30 的厚度方向的整个区域 dx 应该形成扭曲取向。

可是，如上所述，在垂直取向液晶的情况下，由于在基板表面迫使垂直取向的限制力很强，实际上如图 36 所示，基板表面附近 dz 的液晶分子 30a 在该限制力的作用下，即使施加电压也能维持垂直取向状态。因此，因在施加电压时进行倾斜取向而能发生双折射效应或者旋光效应的液晶分子 30a 成为不是在厚度方向的整个区域 dx，而是在

除了基板附近 dz 的区域 dy 的液晶分子 30a。再有，这时，如用相同的符号参照各区域 dx 、 dy 和 dz 的厚度方向的长度，则 $dx = dy + 2dz$ 。

由此，利用配置成正交尼科耳的偏振片 101、102，在夹持呈扭曲取向的液晶层 30 时，即使设定最高效地消除消光图案的原理上的条件（现有技术），即 $d/p = 0.25$ ，也由于上述区域 dy 的厚度（有效盒厚 dy ）比实际盒厚 dx 薄，从而在实际效果上，与消除消光图案的条件不同。例如，在本实施例中，如前所述，在 $V_{\max} = 6[V]$ 时，消光图案消失， $d/p = 0.38$ ，这与 0.25 有很大的不同。

维持上述垂直取向状态的液晶分子 30a 的比例（区域 dz 在厚度方向的长度）当施加电压越小时越多，当施加电压越大时越少。因此，有效盒厚 dy 也随施加电压而变化。

因此，在本实施例中，如上述的不等式（1）盒（2）所示，假定施加电压时在液晶层 30 的整个区域 dx ，液晶分子 30a 均为倾斜取向，比设定值要大，而且，被设定为与最大施加有效电压 $V_{\max}$ 对应的值。由此，在图 32 所示的区域 A1，即几乎所有的液晶分子 30a 被取向成与基板表面大体平行的区域，利用双折射效应或者旋光效应，可使各微小单位区域的各个透射强度提高，同时可将消光图案的发生抑制到无法识别的程度。

另外，通过对上述模拟结果进行研究，即使在满足上述不等式（1）和（2）的范围之中，抽出特别清晰的范围，进而在上述模拟之中，除了评价消光图案是否可识别以外，还对这些范围进行比较，评价使用者是否能识别亮度的减少，并可确认以下的范围更为理想。

即，在满足上述不等式（1）和（2）的范围之中，如以下的不等式（3）所示，通过满足式（3），

$$d \cdot \Delta n / \lambda (\min) \leq d \cdot \Delta n / \lambda \leq d \cdot \Delta n / \lambda (\max)$$

式中，

$$\begin{aligned}
d \cdot \Delta n / \lambda (\max) &= -0.00026 \times (V_{\max})^3 \\
&\quad + 0.016 \times (V_{\max})^2 \\
&\quad - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.041 \\
d \cdot \Delta n / \lambda (\min) &= -0.00026 \times (V_{\max})^3 \\
&\quad + 0.016 \times (V_{\max})^2 \\
&\quad - 0.2281 \times (V_{\max}) \\
&\quad + 1.891 \quad \dots (3)
\end{aligned}$$

即使采用了该范围中的任何条件，更希望得到使用者无法识别亮度差异的程度的条件。即，希望将 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 设定在图 37 所示的 $d \cdot \Delta n / \lambda (\max)$ 和 $d \cdot \Delta n / \lambda (\min)$ 之间的范围内。

同样，在满足上述不等式 (1) 和 (2) 的范围之中，如以下的不等式 (4) 所示，通过满足式 (4)，

$$d / p (\min) \leq d / p \leq d / p (\max)$$

式中，

$$\begin{aligned}
d / p (\max) &= 0.0021 \times (V_{\max})^2 \\
&\quad - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.63 \\
d / p (\min) &= 0.0021 \times (V_{\max})^2 \\
&\quad - 0.0458 \times (V_{\max}) \\
&\quad + 0.53 \quad \dots (4)
\end{aligned}$$

即使采用了该范围中的任何条件，更希望得到使用者无法识别亮度差异的程度的条件。即，希望将 d/p 设定在图 38 所示的 $d/p (\max)$ 和 $d/p (\min)$ 之间的范围内。

进而，在即使满足了上述不等式 (1) 和 (2)，但不满足上述不等式 (3) 和 (4) 双方的情形下，与满足至少一方的情形相比，可确认透射强度减少的程度已达到使用者无法识别亮度差异的程度。

可是，以上如图 3 所示，示出了开口部 12a 呈大致的星形，单位实心部 12c 呈大致的圆形，它们均被排列成正方晶格状的例子，但开口部 12a 和单位实心部 12c 的形状以及它们的配置并不限于上述的例子。

例如,如图 39 或图 40 所示,与图 3 的情形相比,开口部 12a 和单位实心部 12c 也可形成稍许变形的形状。在这些结构中,开口部 12a 全部呈变形了的星形,单位实心部 12c 全部呈大致的椭圆形(变形了的圆形)。因此,这些结构的开口部 12a 和单位实心部 12c 具有 2 重旋转轴(没有 4 重旋转轴)。另外,开口部 12a 和单位实心部 12c 被规则地排列形成长方形的单位晶格。即使是这些结构,开口部 12a 和单位实心部 12c 也因在开口部 12a 的边缘部生成的倾斜电场而各自形成具有辐射状倾斜取向的液晶畴。因此,与图 3 的情形一样,可得到显示品位提高、视角特性优越的液晶显示器件。

另外,如图 41 或图 42 所示,可将大致呈十字形的开口部 12a 配置成正方晶格状,使得单位实心部 12c 呈大致的正方形。再有,在图 42 中,单位实心部 12c 的四个角以直线状的方式被切掉。另外,也可使它们变形,配置形成长方形的单位晶格。这样,即使完全规则地排列大致为矩形(假定矩形包含正方形和长方形在内)的单位实心部 12c,在开口部 12a 和单位实心部 12c 中,利用开口部 12a 的边缘部上生成的倾斜的电场,各自被形成为具有辐射状倾斜取向的液晶畴。因此,与图 3 的情形一样,可得到显示品位提高、视角特性优越的液晶显示器件。

但是,在图 3、图 39 和图 40 所示的结构中,由于开口部 12a 的边连续地(平滑地)变化,所以液晶分子 30a 的取向方向也连续地(平滑地)变化。因此,开口部 12a 和/或单位实心部 12c 的形状中,与矩形相比,圆形或椭圆形的一方可使辐射状的倾斜取向更为稳定。

从上述液晶分子 30a 的取向方向的连续性的观点看,如图 43 所示,可将开口部 12a 形成为仅由 4 个圆弧构成的形状。另外,如图 44 所示,开口部 12a 的单位实心部 12c 一侧也可用圆弧形成。无论是哪种情形,开口部 12a 和单位实心部 12c 均有 4 重旋转轴,而且被排列成正方晶格状(具有 4 重旋转轴),但与图 39 和图 40 大体相同,使开口部 12a 和单位实心部 12c 的形状变形,成为具有 2 重旋转轴的形状,也可配置形成长方形晶格(具有 2 重旋转轴)。无论是哪种情形,由于开口部 12a 的边连续地(平滑地)变化,所以液晶分子 30a 的取向方向也连续地(平滑地)变化。因此,与图 3、图 39 和图 40 的结构一样,可使液晶分子更为稳定地以辐射状进行倾斜取向。

另外，在上述的例子中，说明了形成大致为星形及大致为十字形的开口部 12a，将单位实心部 12c 的形状形成为大致的圆形、大致的椭圆形、大致的正方形（矩形）和带有圆角的大致的矩形的结构。与此相对照，也可使开口部 12a 与单位实心部 12c 的关系进行负 - 正反转。例如，具有使图 3 所示的像元电极 12 的开口部 12a 与单位实心部 12c 进行了负 - 正反转的图形的像元电极示于图 45。这样，即使是具有进行了负 - 正反转的图形的像元电极，也具有与反转前实质上相同的功能。再有，分别如图 46 和图 47 所示，当开口部 12a 和单位实心部 12c 均大致呈正方形时，即使进行负 - 正反转，也可形成与原来的图形相同的图形。

另外，如图 45 所示，即使是图 3 所示将图形进行了负 - 正反转的情形，在像元电极 12 的边缘部，最好形成开口部 12a 的一部分（约二分之一或四分之一），以便形成具有旋转对称性的单位实心部 12c。通过形成这样的图形，即使在像元区的边缘部，也与像元区的中央部一样，可得到倾斜电场的效果，在整个像元区实现稳定的辐射状倾斜取向。

接着，以图 3 的像元电极 12 和具有使图 3 的图形进行了负 - 正反转的图形的像元电极（参照图 45）为例，说明应采用负 - 正图形中的哪一种。

无论采用负 - 正的哪一种图形，开口部 12a 的边长也是相同的。因此，生成倾斜电场的功能在这些图形中没有差异。然而，单位实心部 12b 的面积比率（对像元电极 12 的整个面积的比率）在两者之间是有差异的。即，生成作用于液晶层的液晶分子的电场的实心部 12b（实际上存在导电膜的部分）的面积是有差异的。

这里，施加于在开口部 12a 上所形成的液晶畴的电压比施加于在实心部 12b 上所形成的液晶畴的电压要低。因此，例如，如进行常黑模式的显示，则在开口部 12a 上所形成的液晶畴变暗。其结果是，如开口部 12a 的面积比率增高，则显示亮度有减小的趋势。因此，以实心部 12b 的面积比率高者为宜。

进行了负 - 正反转的一方是否造成实心部 12b 的面积比率增高，与单位晶格的间距（尺寸）有关。即，在图 3 的结构中，单位晶格的图形变为图 48 所示。另一方面，在图 45 的结构中，单位晶格的图形

则变为图 49 所示。再有，在图 49 中，以开口部 12a 为中心进行了图示。另外，在图 49 中，在图 45 的结构中省略了单位实心部 12c 中起着相互连接作用的部分（从圆形部延伸到四方的分支部）。

这里，设正方单位晶格的边长（间距）为 q ，设开口部 12a 或单位实心部 12c 与单位晶格的间隙的长度（一侧的间隔）为 s 。进而，形成其间距 q 和一侧间隔 s 的值不同的各种像元电极 12，研究了辐射状倾斜取向的稳定性等。其结果是，首先，采用具有图 48 所示的图形（以下称为“正型图形”）的像元电极 12，为了生成要得到辐射状倾斜取向所需的倾斜电场，发现一侧间隔 s 必须在约 $2.75\mu\text{m}$ 以上。另一方面，对于具有图 49 所示的图形（以下称为“负型图形”）的像元电极 12，为了生成要得到辐射状倾斜取向的倾斜电场，发现一侧间隔 s 必须在约 $2.25\mu\text{m}$ 以上。设一侧间隔 s 分别为该下限值，研究了改变间距 p 的值时的实心部 12b 的面积比率，并将研究结果示于表 1 和图 50。

表 1

间距 q [μm]	实心部面积比率 (%)	
	正型 (a)	负型 (b)
20	41.3	52.9
25	47.8	47.2
30	52.4	43.3
35	55.8	40.4
40	58.4	38.2
45	60.5	36.4
50	62.2	35.0

从表 1 和图 50 可知，间距 q 约为 $25\mu\text{m}$ 以上时，正型（图 48）图形的一方其实心部 12b 的面积比率增高，如短于约 $25\mu\text{m}$ ，则负型（图 49）图形的一方其实心部 12b 的面积比率增大。因此，从显示亮度和取向的稳定性的观点看，单位晶格 q 以约 $25\mu\text{m}$ 为界而改变应采用的图形。例如，在宽度为 $75\mu\text{m}$ 的像元电极 12 的宽度方向，设置 3 个以下的单位晶格时，以图 48 所示的正型图形为宜，设置 4 个以上的单位

晶格时，以图 49 所示的负型图形为宜。在例示的图形以外的情形，最好选择正型或负型中的某一种，以便实心部 12b 的面积比率增大。

另外，以上以在像元区内形成正方形及长方形的多个单位晶格的情形为例进行了说明，但不论像元电极 12 的形状如何，如果能使垂直取向的液晶分子倾斜，则可得到大体相同的效果。

但是，为了在全方位改善液晶显示器件的显示品位与视角的依赖关系，在各自的像元区内，沿着全部的方位角方向的每一方向取向液晶分子的存在概率最好具有旋转对称性，如具有轴对称性则更好。即，在整个像元区形成的液晶畴最好被配置成还具有轴对称性。但是，不一定在整个像元区必须具有旋转对称性，可形成像元区的液晶层，作为被排列成具有旋转对称性（或轴对称性）的液晶畴（例如，被排列成正方晶格状的多个液晶畴）的集合体。例如，以正方晶格（具有 4 重旋转轴的对称性）为最小单位，如果利用这些组合构成像元区，则在整个像元区，可使液晶分子对全部方位角以实质上相同的概率取向。因此，在像元区上形成的多个开口部 12a 的配置也不一定在整个像元区必须具有旋转对称性，可作为排列成具有旋转对称性（或轴对称性）的开口部（例如，被排列成正方晶格状的多个开口部）的集合体。另外，被多个开口部 12a 实质上包围的单位实心部 12c 的配置也是一样的。

进而，由于各自的液晶畴的形状最好具有旋转对称性或轴对称性，所以各自的开口部 12a 和单位实心部 12c 的形状也最好具有旋转对称性或轴对称性。更详细地说，液晶显示器件的显示特性因液晶分子的取向状态（光学上的各向异性）而表现出与方位角的依赖关系。为了减小显示特性与方位角的依赖关系，液晶分子对全部方位角最好以相同的概率取向。另外，如各自的像元区内的液晶分子对全部方位角以相同的概率取向则更好。因此，开口部 12a 最好具有形成了液晶畴的形状，以便各自的像元区内的液晶分子 30a 对全部方位角以相同的概率取向。具体地说，开口部 12a 的形状最好具有以各自的中心（法线方向）为对称轴的旋转对称性（最好具有 2 重旋转轴以上的对称性），另外，多个开口部 12a 最好被配置成具有旋转对称性。另外，被这些开口部实质上包围的单位实心部 12c 的形状最好也具有旋转对称性，单位实心部 12c 也最好被配置成具有旋转对称性。

再有，对开口部 12a 的中央附近的液晶层 30 没有施加足够的电压，开口部 12a 的中央附近的液晶层 30 往往对显示没有贡献。即，即使开口部 12a 的中央附近的液晶层 30 的辐射状倾斜取向有一些错乱（例如，即使中心轴偏离开口部 12a 的中心），显示品位也往往不会降低。从而，至少与单位实心部 12c 对应地形成的液晶畴可被配置成具有旋转对称性或轴对称性。

可是，以上以液晶盒 100 具备薄膜晶体管（TFT）作为像元的驱动元件（有源元件）的情形为例进行了说明，但不限于此。例如，作为对像元电极 12 进行切换的有源元件，可以用 MIM（金属-绝缘体-金属）。另外，不限于有源矩阵型，也可以是简单矩阵型。但是，像本实施例这样，有源矩阵型的液晶显示器件与简单矩阵型的液晶显示器件相比，可得到高精度显示和高亮度，可实现显示品位良好的液晶显示器件。

再有，以上以透射型的液晶显示器件的情形为例进行了说明，但也可以是反射型的液晶显示器件，还可以是透射反射两用型的液晶显示器件。另外，以上以在像元电极 12 上形成开口部 12a 的情形为例进行了说明，但在对置电极 22 上形成开口部也可得到同样的效果。

如上所述，本发明的液晶显示器件被配置成：当假设垂直取向模式的液晶层的厚度 d 与液晶的自然的扭曲螺距 p 的比率为 d/p ，施加于上述第 1 与第 2 电极之间的最大施加有效电压为 $V_{\max}[V]$ ，上述液晶层的折射率各向异性为 Δn 时，上述 d/p 被设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.65$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.50$ 之间的值。进而， $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.124$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.7603$ 之间的值。

在上述结构中，液晶层的 d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被设定在可将消光图案抑制到使用者无法识别的程度的范围内。因此，与起因于上述液晶分子的消光图案可被识别的情形相比，能可靠地提供能进行更明亮的显示并且显示品位高的液晶显示器件。

在本发明的液晶显示器件中，除上述结构外，上述 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 可被设定在 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 2.041$ 与 $-0.00026 \times (V_{\max})^3 + 0.016 \times (V_{\max})^2 - 0.2281 \times (V_{\max}) + 1.891$

之间的值。

另外，在本发明的液晶显示器件中，除上述结构外，上述 d/p 可被设定在 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.63$ 与 $0.0021 \times (V_{\max})^2 - 0.0458 \times (V_{\max}) + 0.53$ 之间的值。

在这些结构中，由于液晶层的 d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 被如上那样设定，所以可实现能进行更明亮的显示的液晶显示器件。

另外，在本发明的液晶显示器件中，对上述液晶层设置了由上述第 1 和第 2 电极规定的像元区，在该像元区，施加电压时液晶分子呈辐射状或轴对称取向的液晶畴至少可被设置 1 个。再有，辐射状取向的中心可以是液晶畴的中心，也可以在偏离中心的位置。另一方面，也可以不采取上述结构，而代之以在上述液晶层中，设置由上述第 1 和第 2 电极规定的像元区，在对应于上述像元区的第 1 电极上形成开口部，在上述第 1 与第 2 电极之间施加电压时在该开口部和剩余的实心部上分别形成利用在该开口部的边缘部上形成的倾斜电场来控制液晶分子的取向方向的液晶畴。

在这些结构中，在像元区设置液晶畴，在该液晶畴中，当施加电压时，液晶分子呈辐射状或轴对称取向。因此，在液晶畴中，液晶分子的取向方向互不相同的区域彼此之间在光学上相互补偿。其结果是，当液晶显示器件的使用者从某个方向观察液晶显示器件，如在整個像元区看，则射出光的强度（像元的亮度）大致相同，可实现视角特性良好的液晶显示器件。

这里，如果液晶分子呈辐射状或轴对称取向，则在它们之中包含了其取向方向的面内分量与偏振片的偏振轴方向一致的液晶分子。可是，在上述结构中，通过将 d/p 和 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 设定在上述范围内，可将起因于这些液晶分子的消光图案的发生抑制到使用者无法识别的程度。因此，可实现视角特性和显示品位双方均佳的液晶显示器件。

特别是，在设置了开口部的结构中，由于在开口部上所形成的液晶畴和在实心部上所形成的液晶畴由在开口部的边缘部上所生成的倾斜电场形成，所以这些畴相邻地形成，而且邻接的液晶畴之间的液晶分子的取向本质上是连续的。其结果是，在开口部上所形成的液晶畴与实心部上所形成的液晶畴之间不形成向错线，也不发生由此引起的

显示品位的降低。另外，由于邻接的液晶畴之间的液晶分子的取向本质上是连续的，所以液晶分子的取向的稳定性也可维持在很高的水平。

此外，在本发明的液晶显示器件中，在形成上述开口部的结构的情形，上述开口部在每个像元区上被设置多个，在各开口部和上述实心部之中被上述开口部包围的单位实心部上可分别形成上述液晶畴。

在该结构中，由于在像元区设置多个开口部，所以如与开口部为1个的情形相比，则在像元区的尺寸相同的情形，可减小开口部的尺寸。其结果是，可以增大直接受上述倾斜电场的影响的液晶层的面积（从基板法线方向看时的面积）。由此，可增高对液晶分子的取向限制力，同时可提高相对于液晶层的电压的光学特性（例如透射强度）。

另外，在本发明的液晶显示器件中，上述多个开口部以大致相同的形状、并且大致相等的尺寸形成，借助于上述各开口部，可形成被配置成具有旋转对称性的单位晶格。例如，可将开口部配置成各自的开口部的中心形成正方晶格。再有，在1个像元区，例如像辅助电容布线那样可被不透明的结构要素分割时，可在对显示区有贡献的每个区域配置单位晶格。

在该结构中，由于单位晶格被配置成具有旋转对称性，所以以单位晶格为单位，能以很高的对称性配置多个液晶畴。因此，可改善作为显示品位之一的视角依赖性。另外，通过将整个像元区分割成单位晶格，在整个像元区可使液晶层的取向稳定。

另外，在本发明的液晶显示器件中，上述各开口部的至少1个（典型情况是形成上述单位晶格的开口部）可为具有旋转对称性的形状。例如，各自的开口部的形状（从基板法线方向看时的形状）既可大致呈圆形，也可大致呈正多边形（例如大致呈正方形）。

在这些结构中，由于上述开口部的形状具有旋转对称性，所以可提高在开口部上形成的液晶畴的辐射状倾斜取向的稳定性。特别是，在形成为大致的圆形时，可进一步提高在开口部上所形成的液晶畴的辐射状倾斜取向的稳定性。

另一方面，上述各单位实心部的至少1个可以呈大致的圆形。在该结构中，可提高在单位实心部上所形成的液晶畴的辐射状倾斜取向的稳定性。

再有，无论在何种情形，在上述各像元区中，在上述第 1 电极上所形成的开口部的面积总和最好比实心部的面积小。由于实心部的面积越大，直接受到由电极生成的电场的影响的液晶层的面积（从基板法线方向看时的面积）越大，所以相对于液晶层的电压的光学特性（例如透射强度）得到提高。

例如，开口部大致呈圆形的结构和单位实心部大致呈圆形的结构之中，希望选择可增大实心部的面积的一方。由此，与选择另一方的情形相比，可扩大直接受到由电极生成的电场的影响的液晶层的面积（从基板法线方向看时的面积），可提高相对于液晶层的电压的光学特性（例如透射强度）。典型情况是，当上述单位晶格的间距超过约 $25[\mu\text{m}]$ 时，最好将开口部生成为实心部大致呈圆形，当上述单位晶格的间距不超过约 $25[\mu\text{m}]$ 时，最好将开口部形成为大致的圆形。

另外，上述各单位实心部的至少 1 个可大致呈矩形，其角部大致呈圆弧形。在该结构中，可提高在单位实心部上所形成的液晶畴的辐射状倾斜配置的稳定性，同时可提高透射率（有效开口率）。

此外，上述液晶层的介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 为 -2.5 至 -6.5 的值，弹性常数比 K_{11}/K_{33} 为 0.9 至 2.0 的值。由此，可进一步提高将 d/p 和 $d \cdot \Delta n/\lambda$ 设定在上述范围时的透射强度，可实现能进行更明亮的显示的液晶显示器件。

另外，上述第 1 电极是分别对应于多个像元区设置的像元电极，上述第 1 基板可包括对应于上述各像元区的每一个而设置的、用于切换各自的第 1 电极的有源元件。

这样，如采用有源矩阵型的液晶显示器件，则与简单矩阵型的液晶显示器件相比，可实现能进行高精细显示、获得高亮度的显示品位良好的液晶显示器件。

此外，在设置开口部的结构的情形，仅在隔着液晶层互相相向地设置的一对电极内的一方，借助于仅设置开口部，可实现稳定的辐射状倾斜取向。因此，对于众所周知的制造方法，在将导电膜构图为像元电极的形状时，仅靠修正光掩模，即可制造上述液晶显示器件，以便以所希望的配置形成所希望形状的开口部。

在发明的详细的说明事项中所进行的具体的实施形态或实施例始

终用于阐明本发明的技术内容，不应仅限定于那些具体例子狭义地进行解释，可以在本发明的宗旨和下述权利要求的范围内进行各种变更而加以实施。

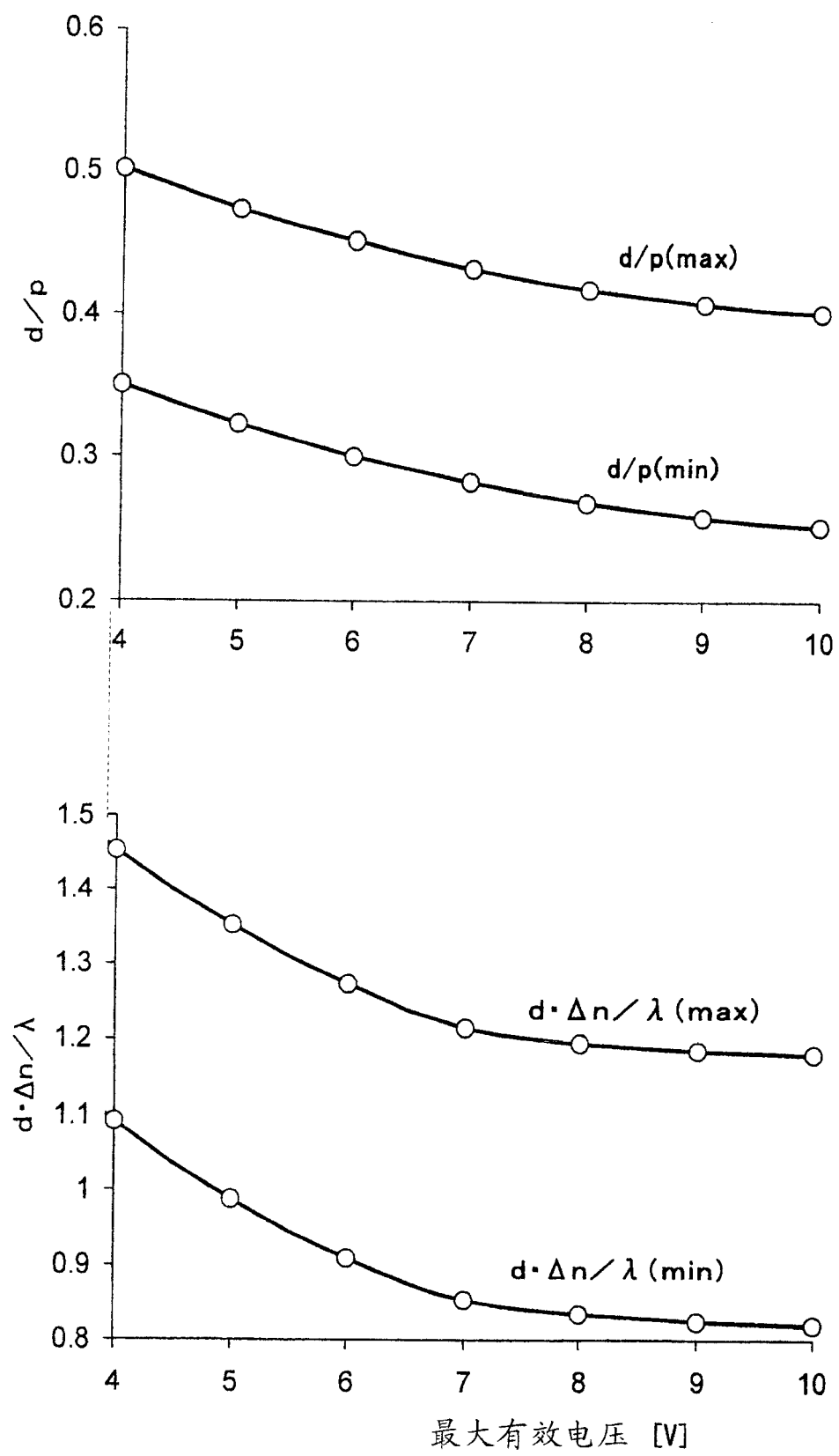


图 1

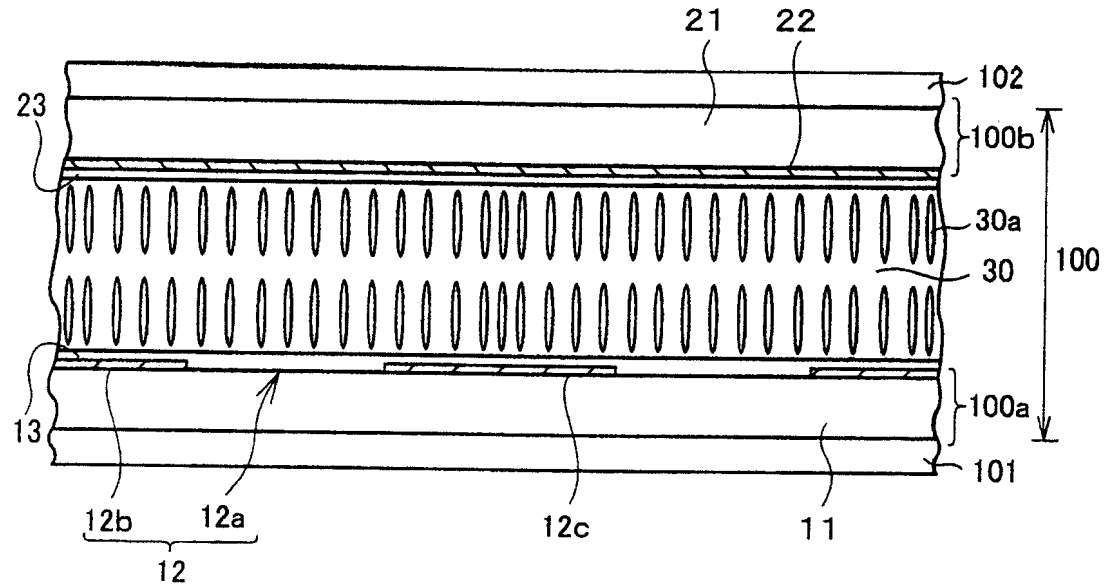


图 2

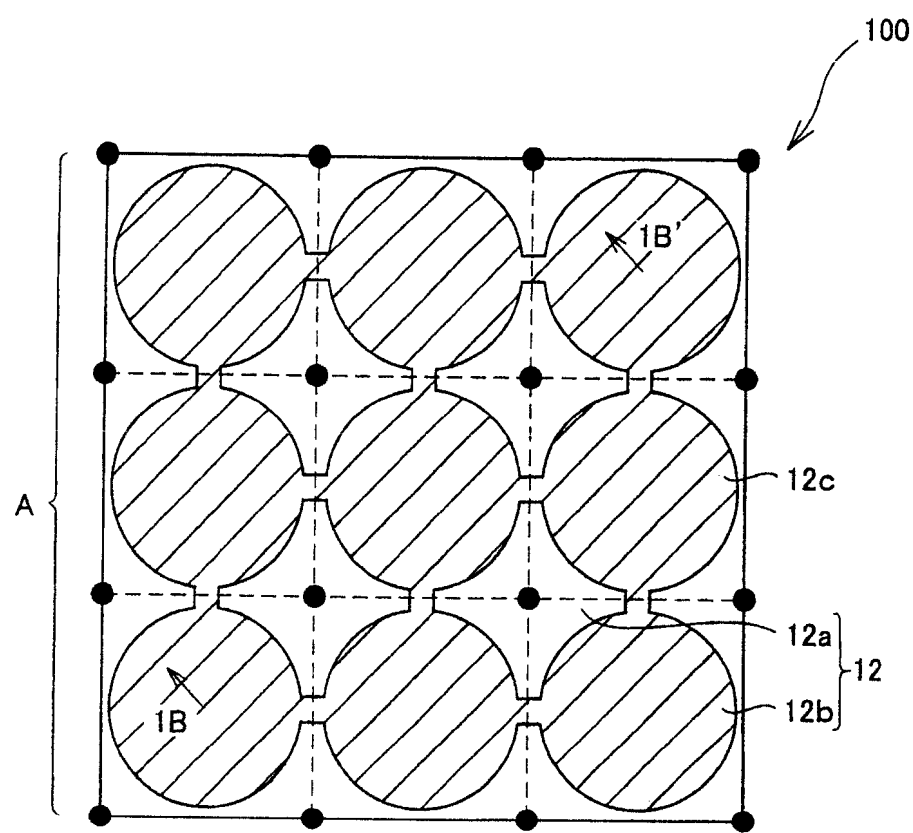


图 3

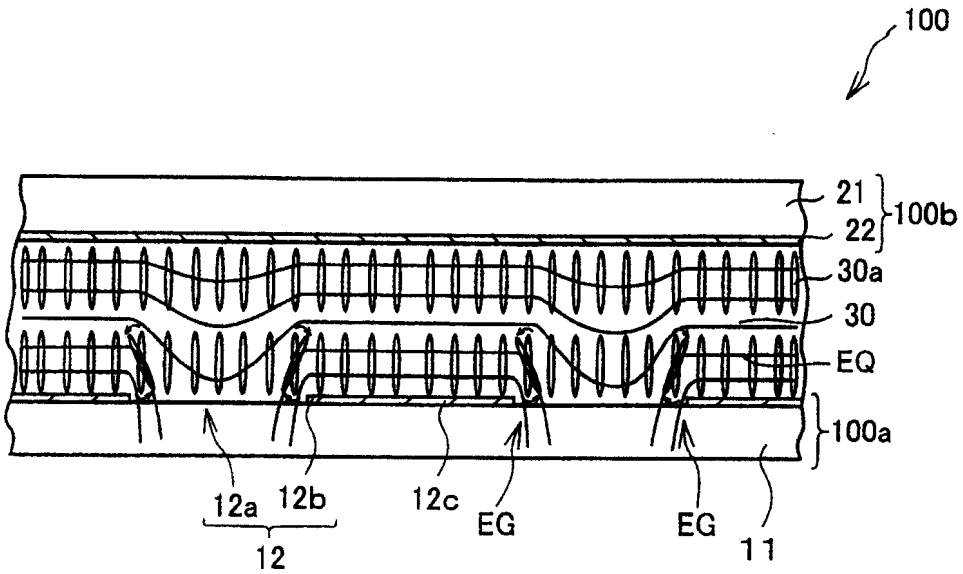


图 4

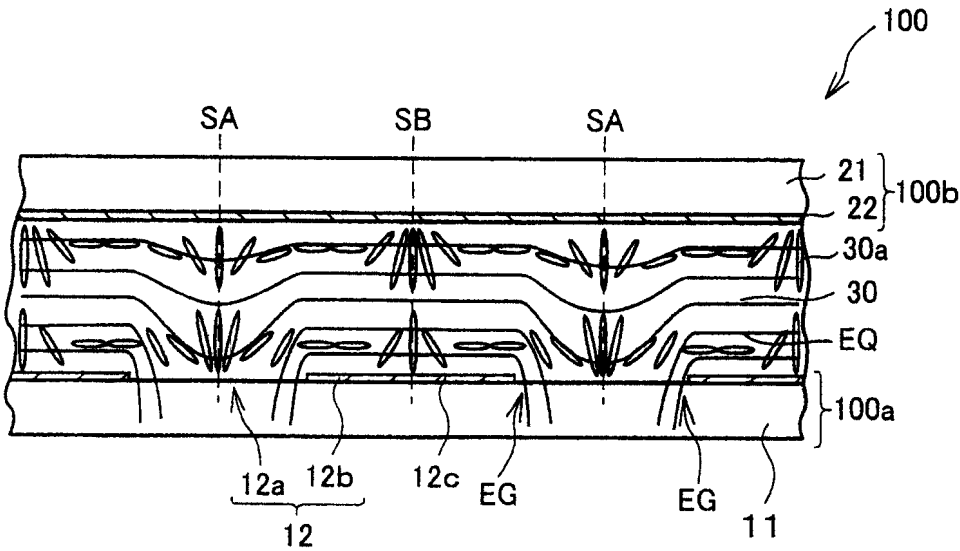


图 5

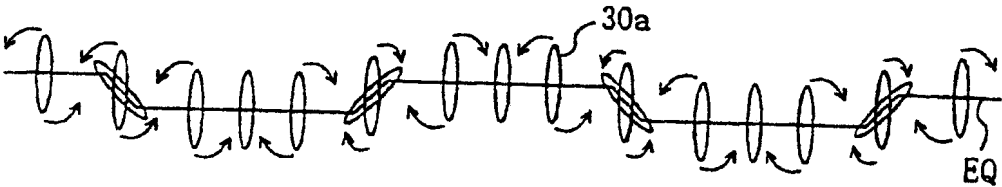
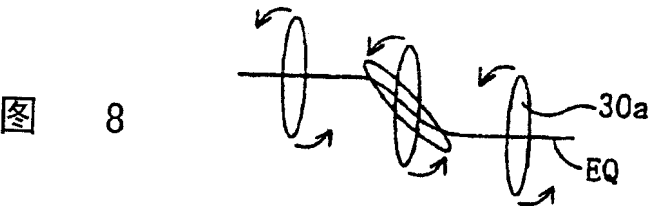
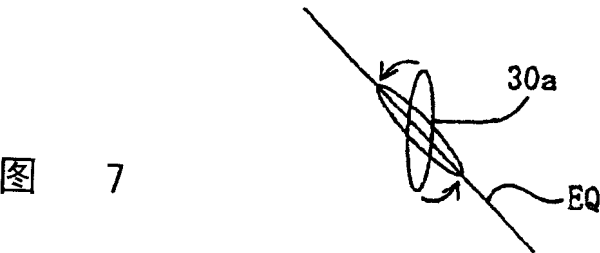
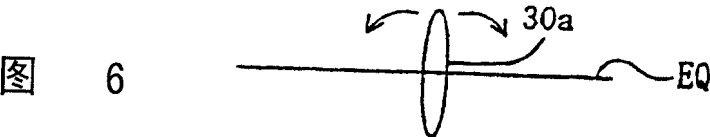


图 9

图 10

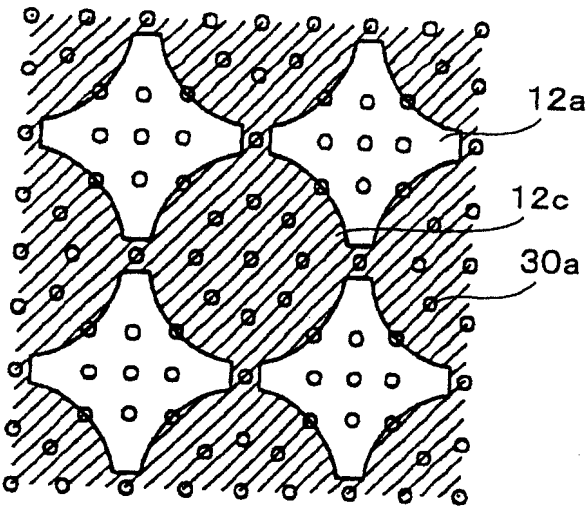


图 11

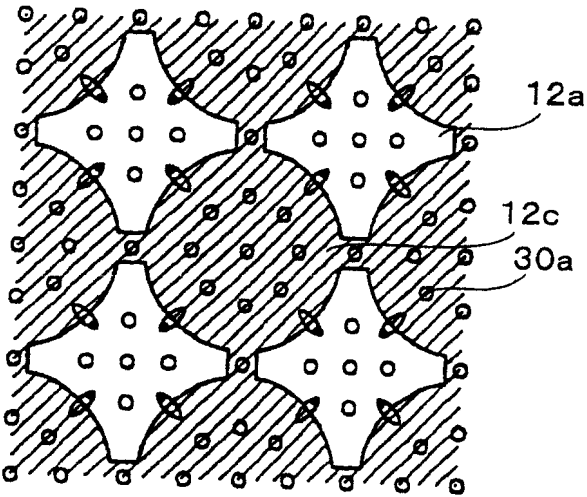
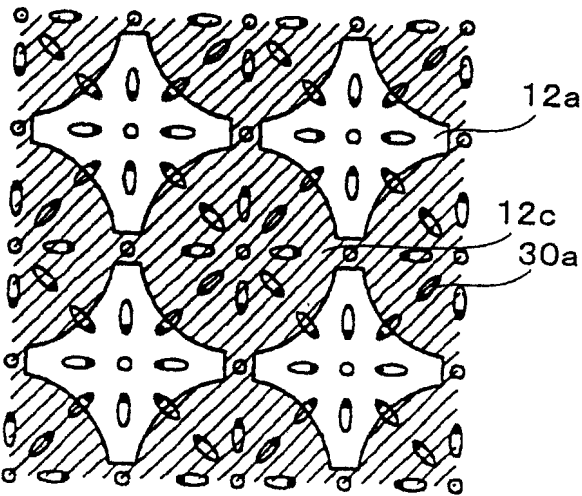


图 12



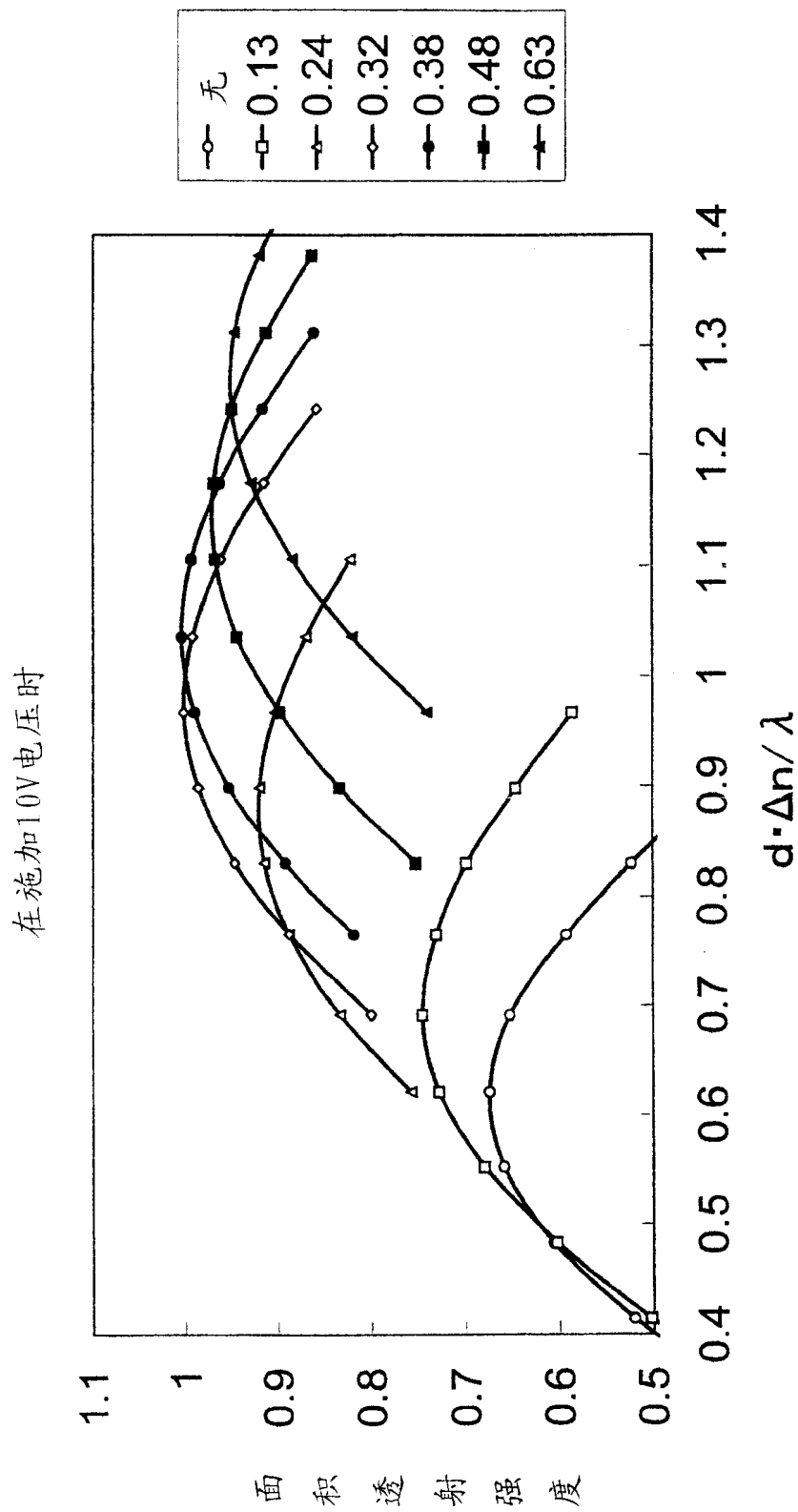


图 13

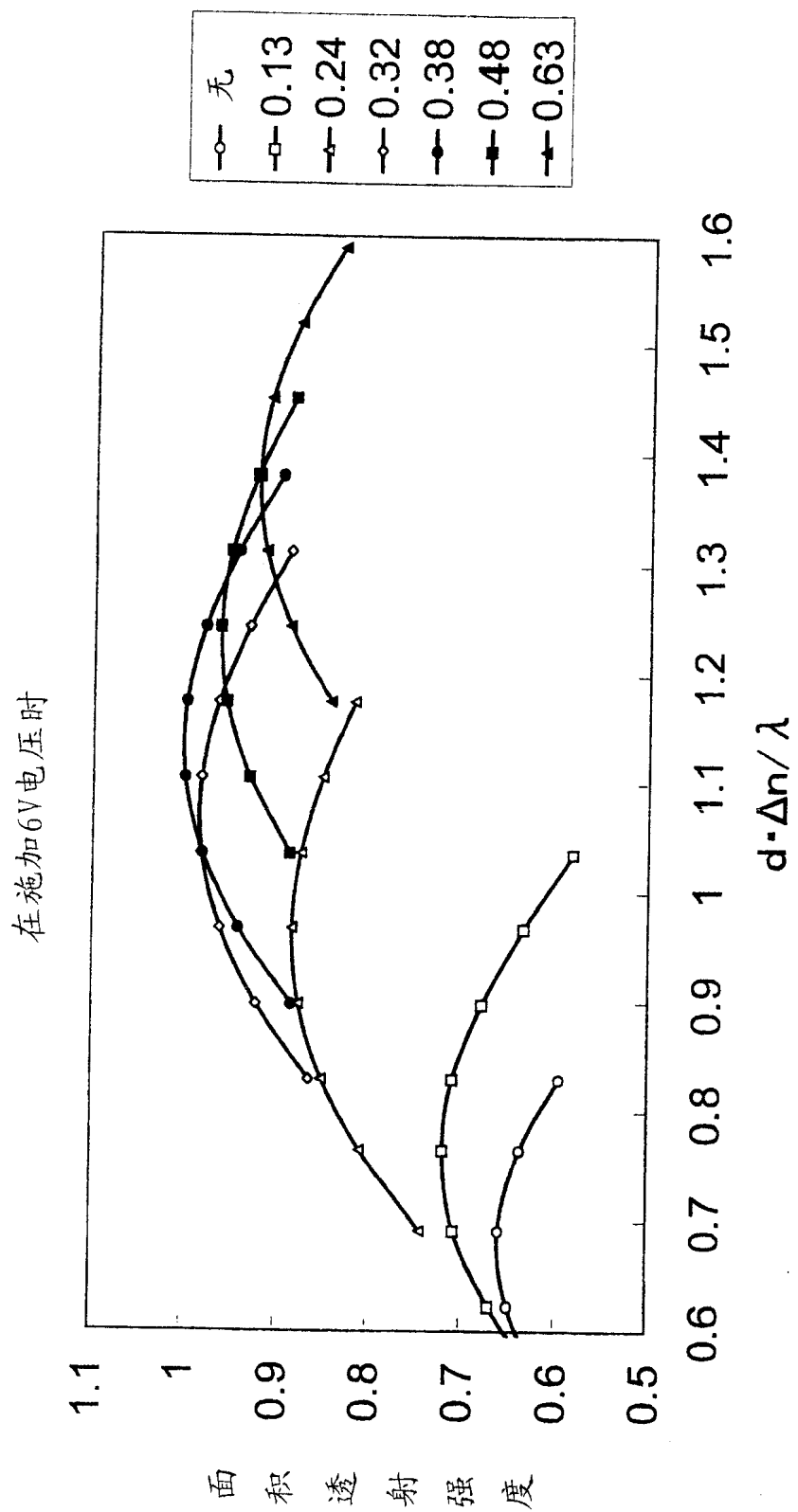


图 14

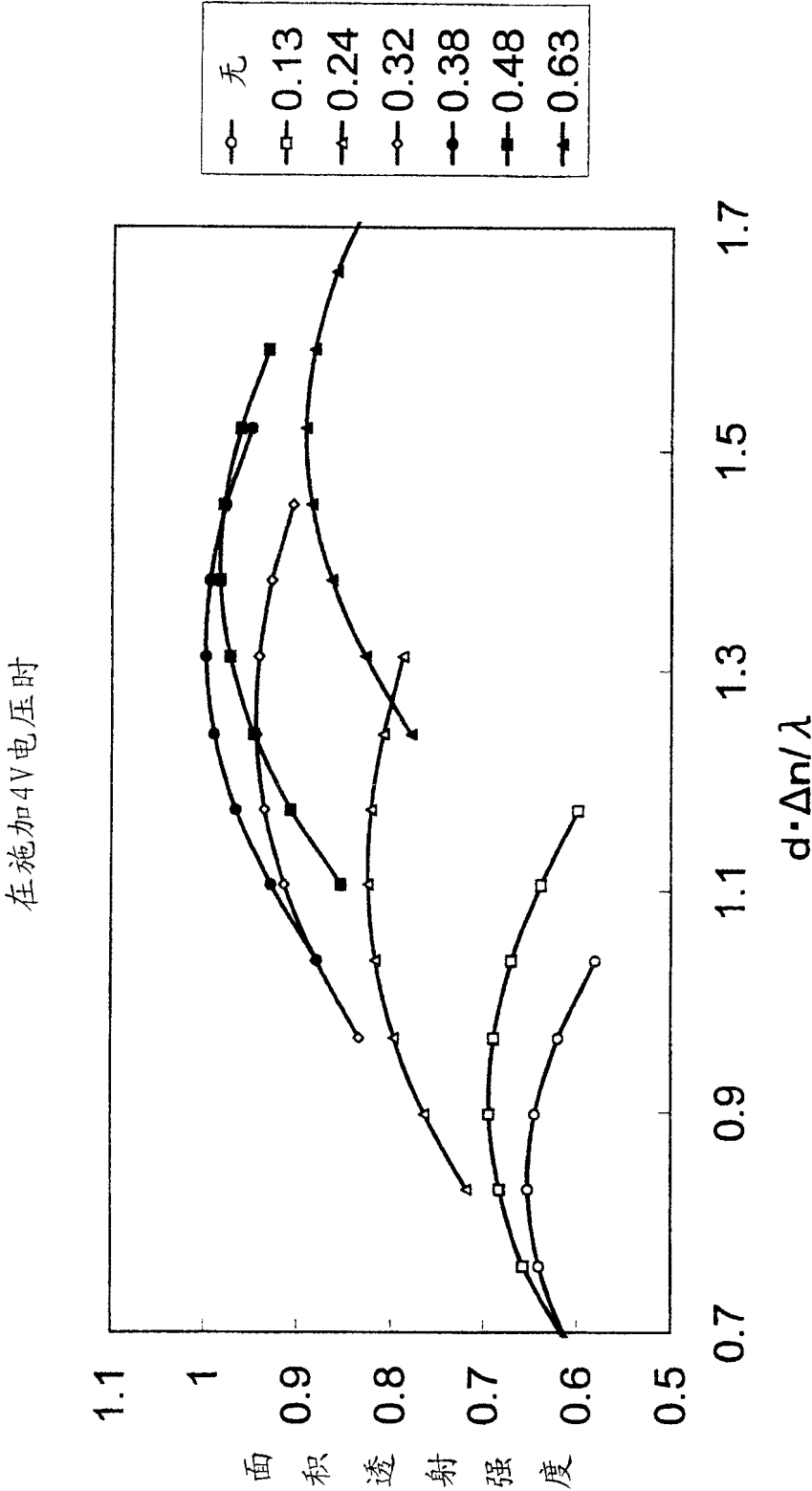


图 15

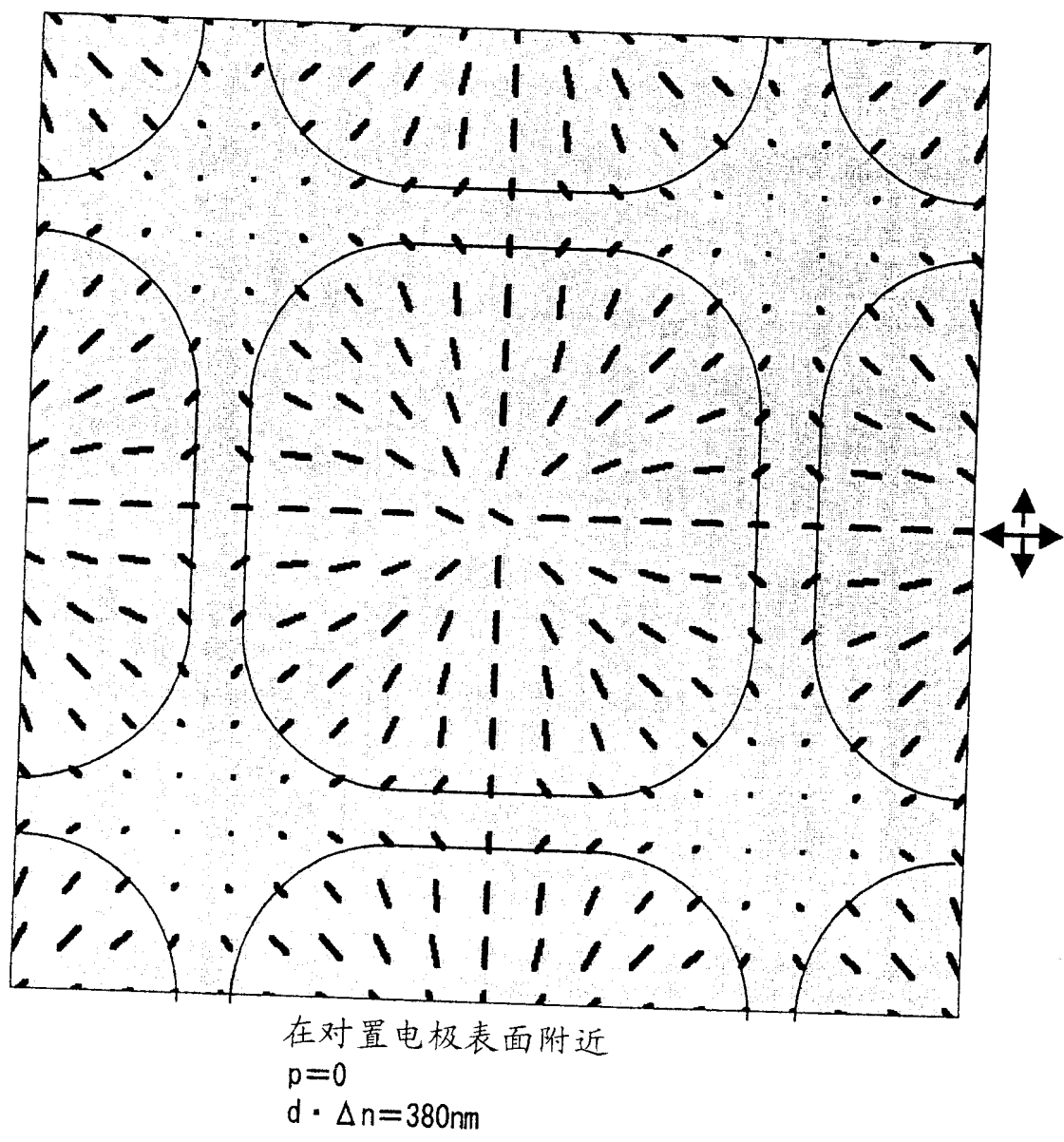
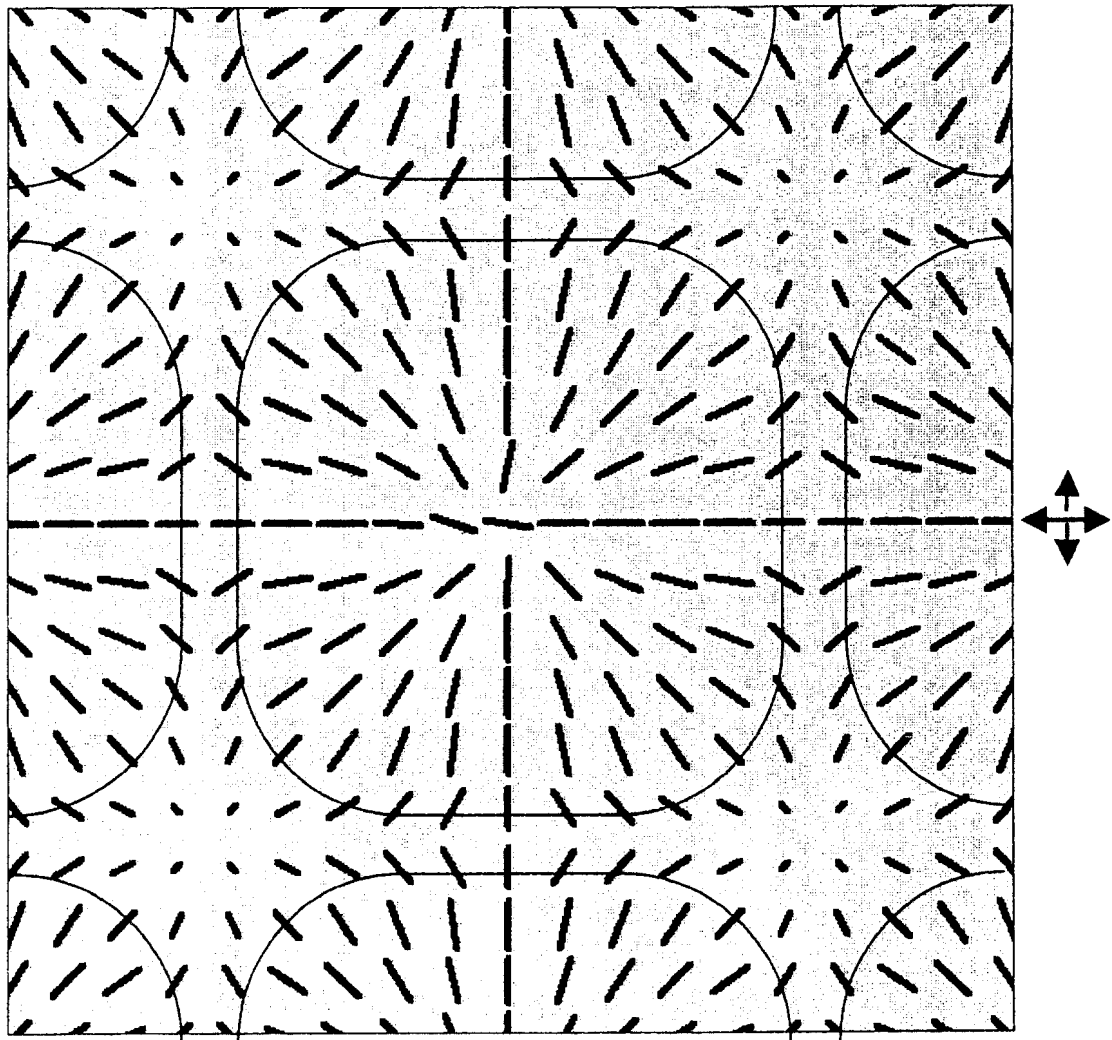


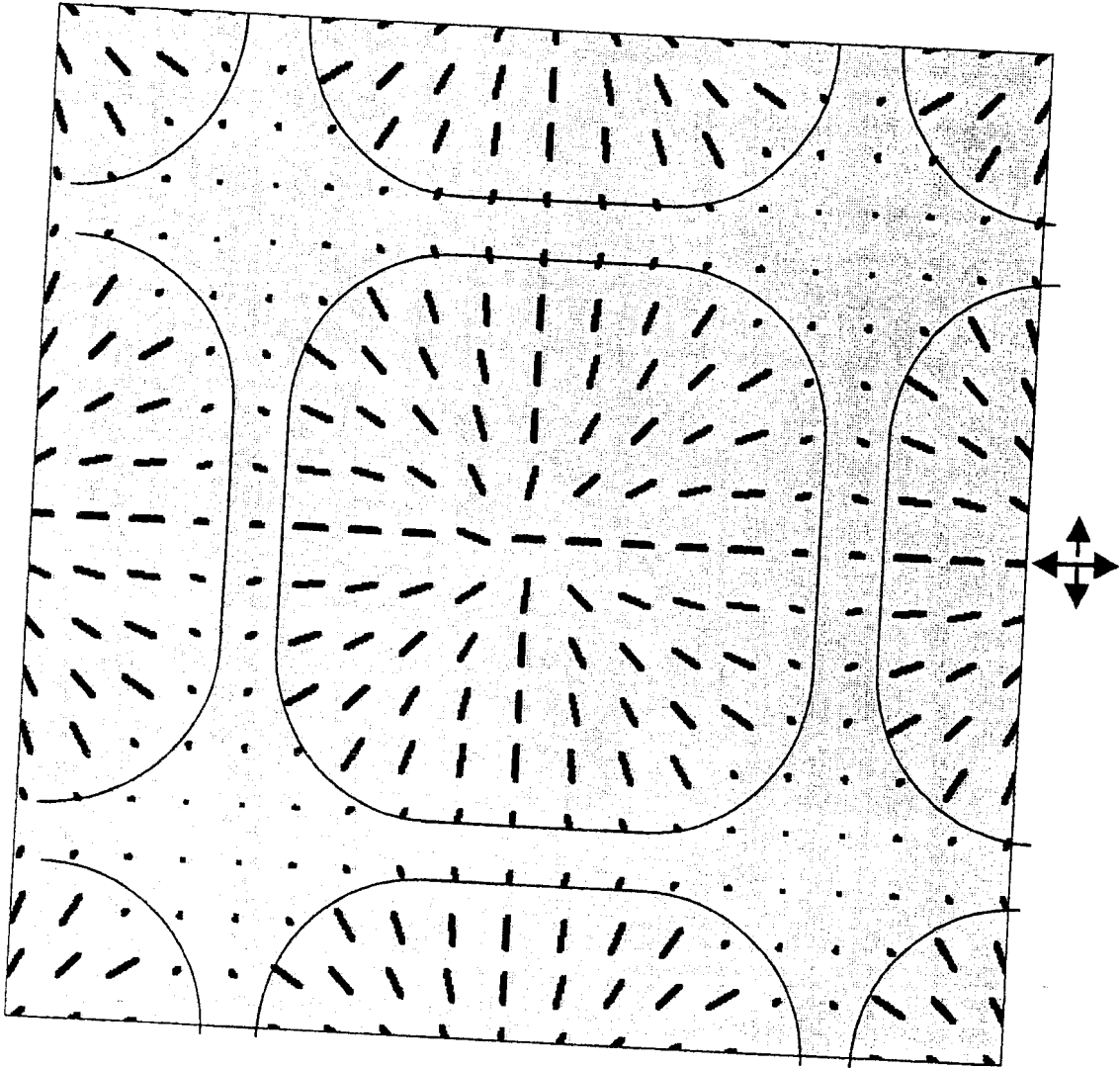
图 16



在液晶层中央附近

$p=0$
 $d \cdot \Delta n=380\text{nm}$

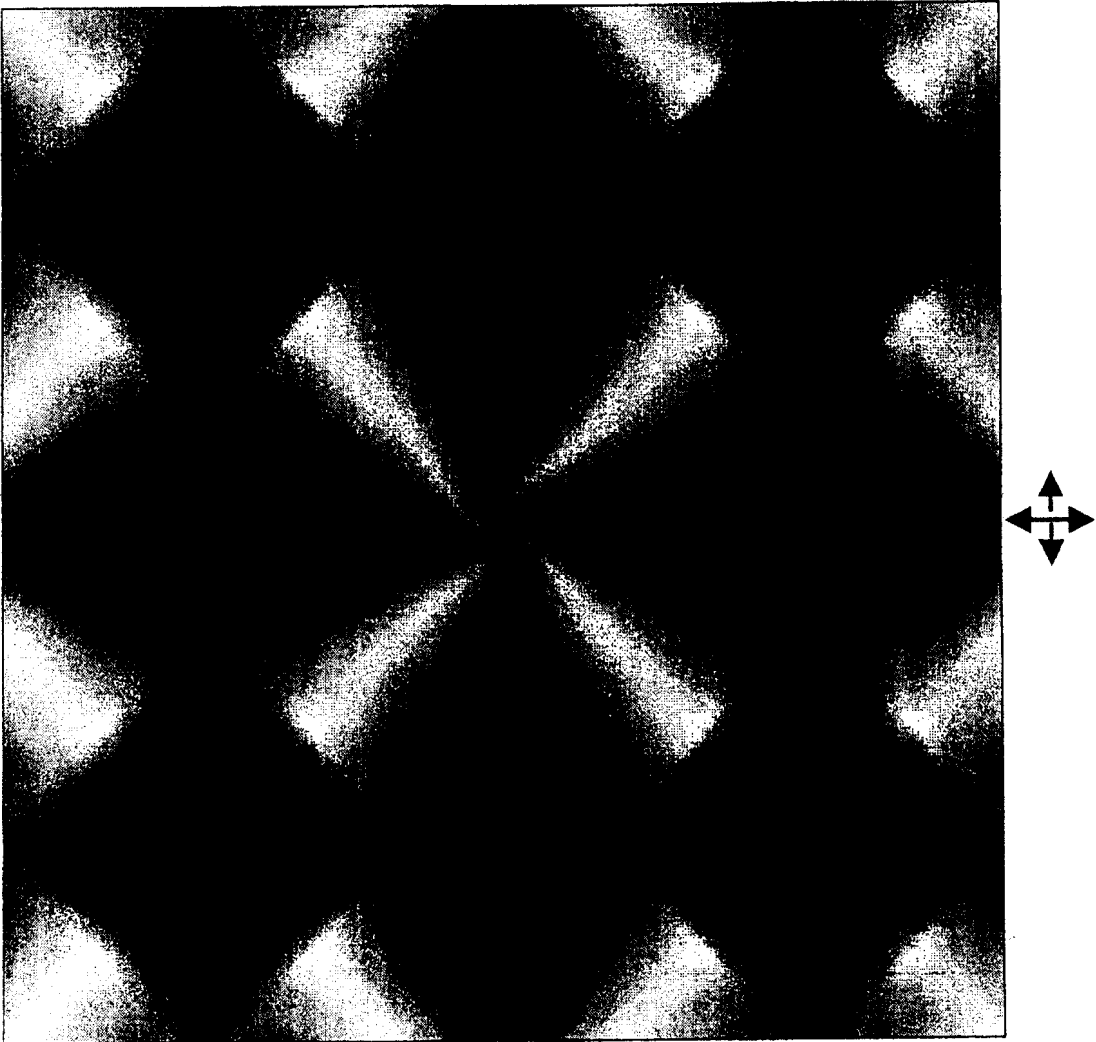
图 17



在像元电极表面附近

$p=0$
 $d \cdot \Delta n=380\text{nm}$

图 18



$p=0$
 $d \cdot \Delta n=380\text{nm}$

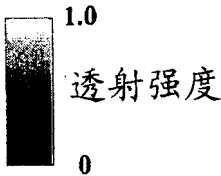
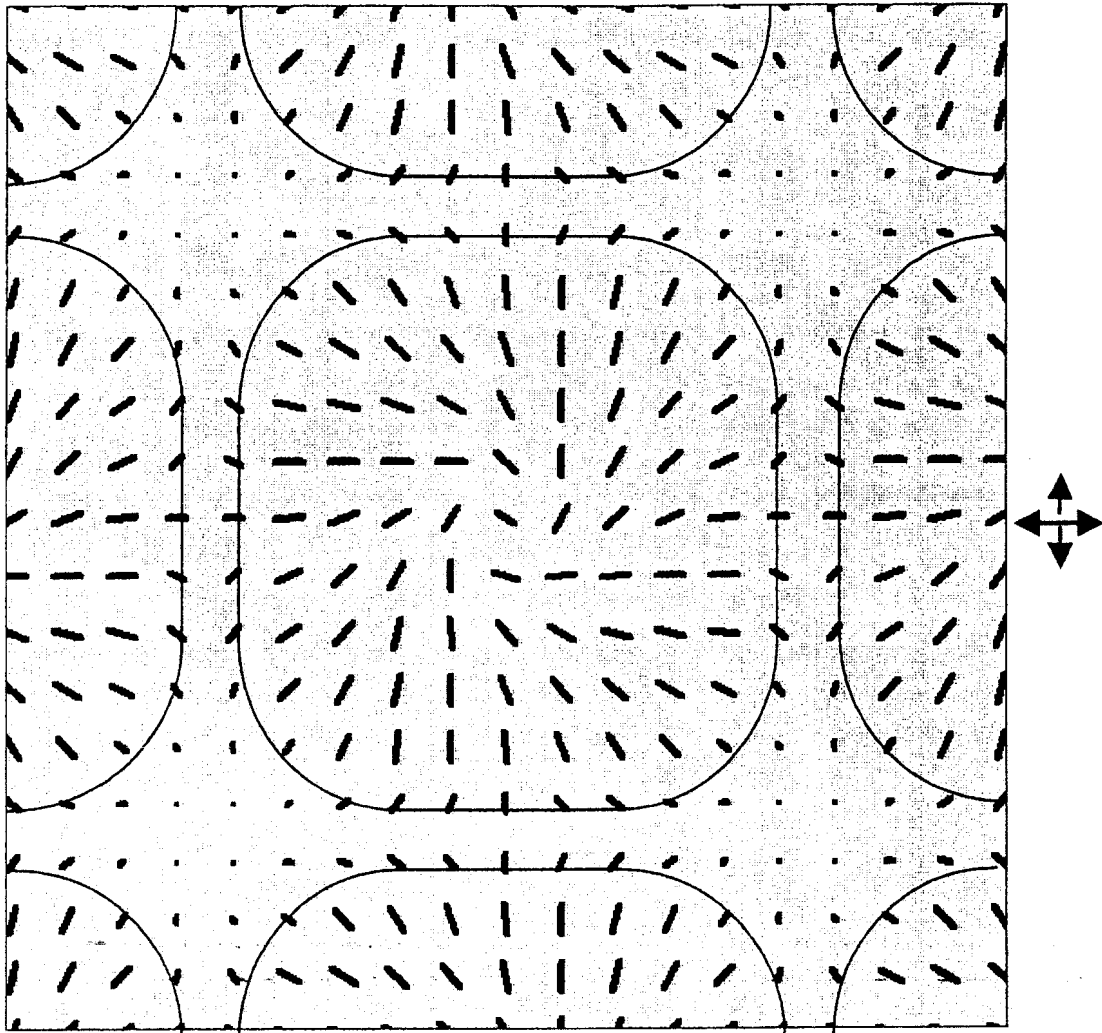


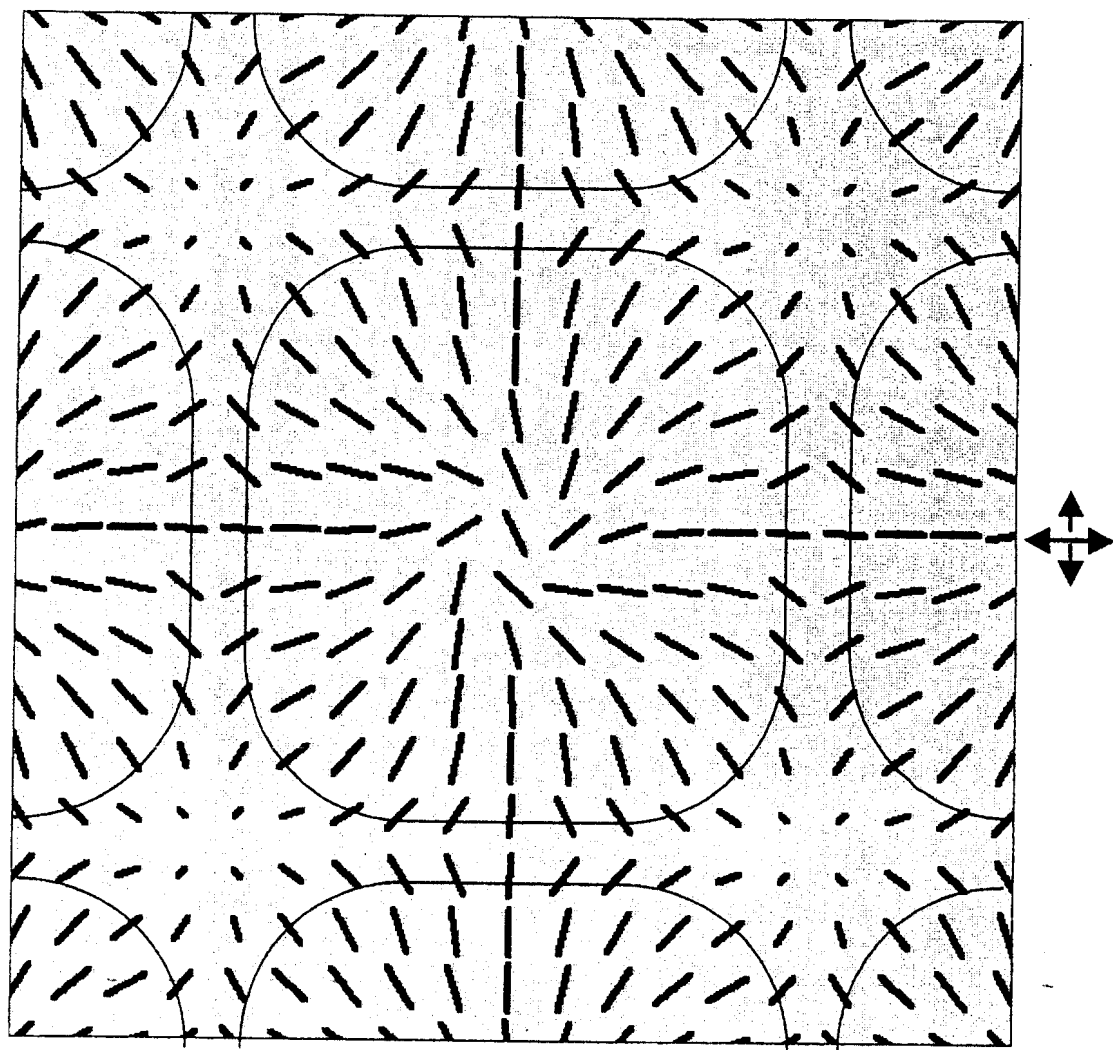
图 19



在对置电极表面附近

$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$

图 20



在液晶层中央附近
 $d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$

图 21

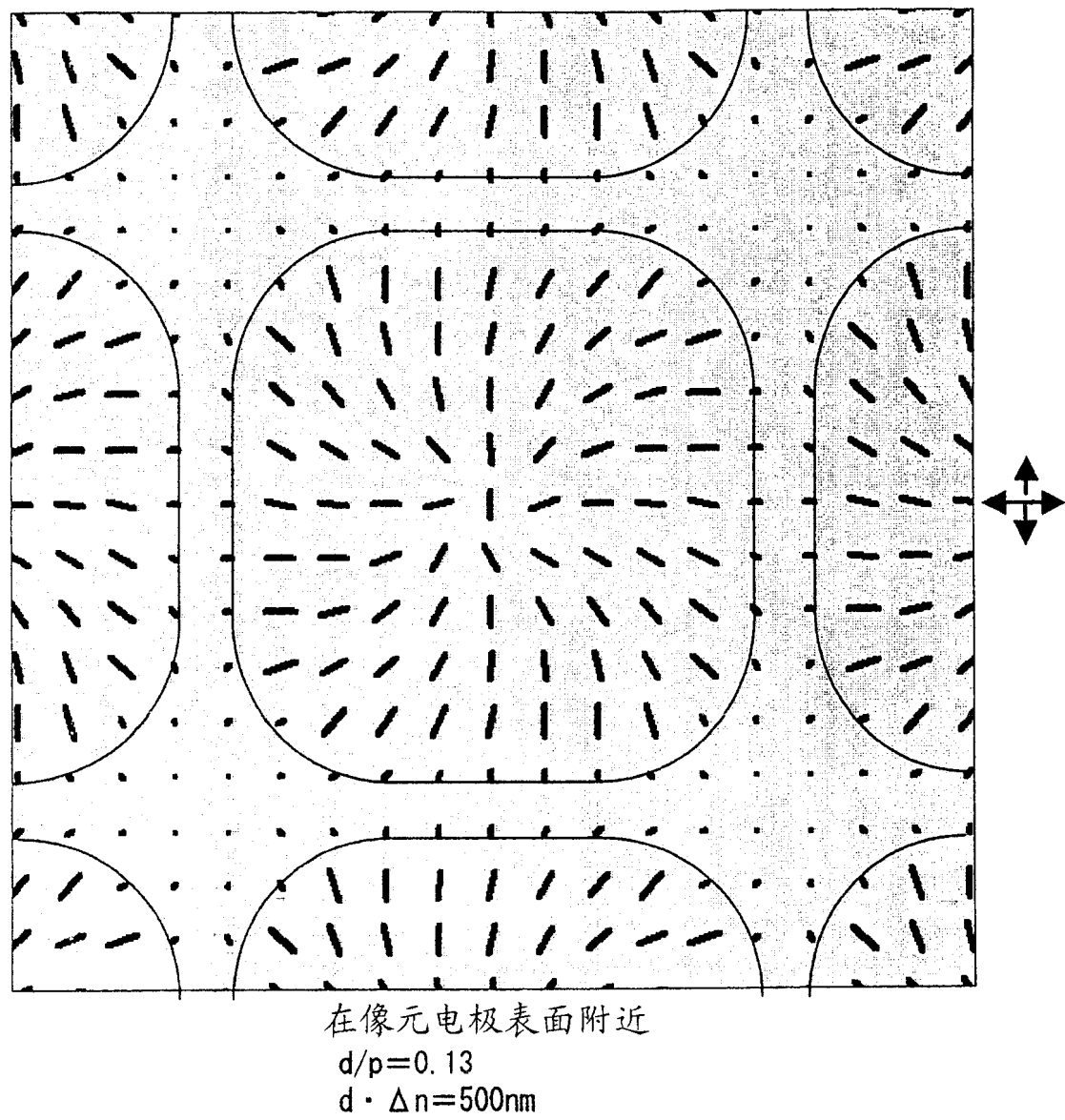
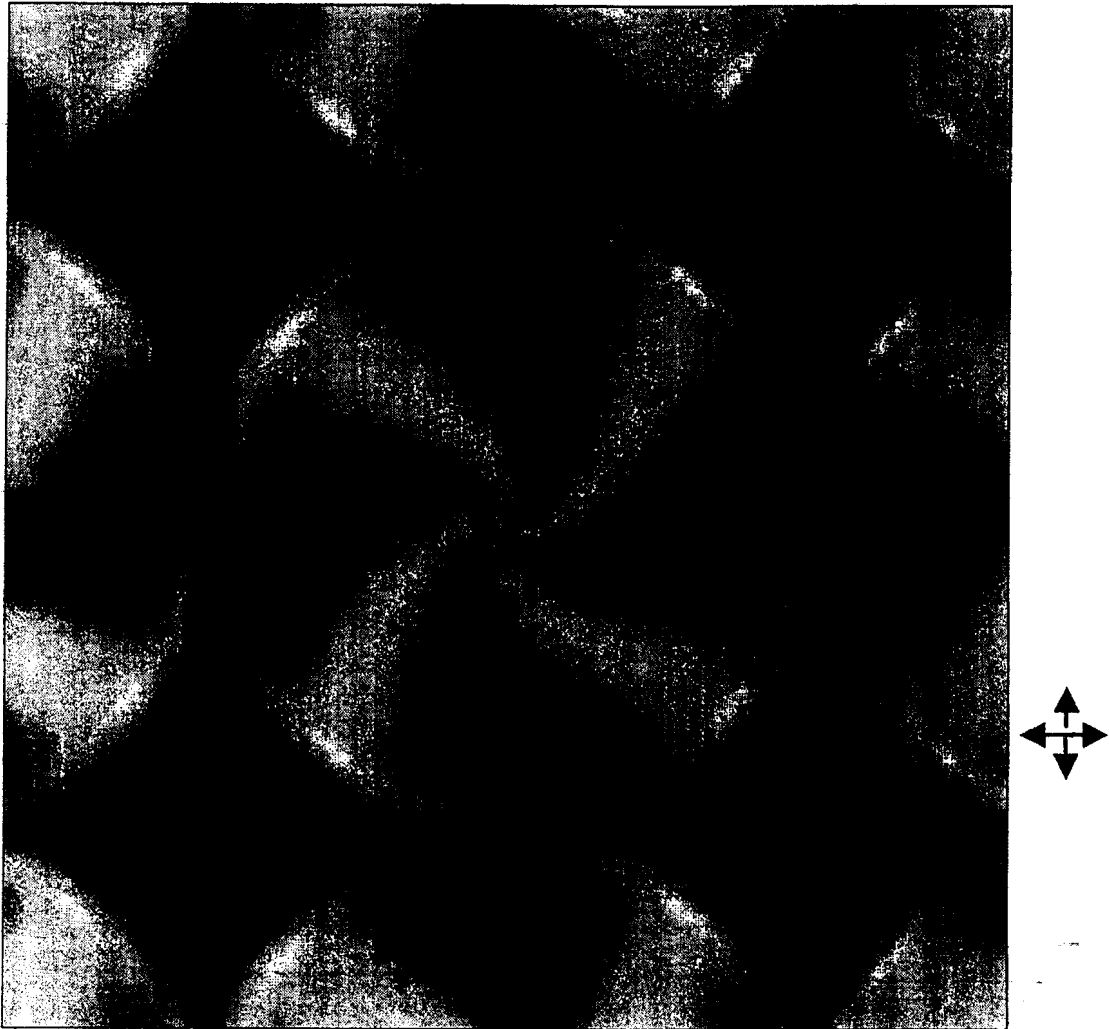


图 22



$d/p=0.13$
 $d \cdot \Delta n=500\text{nm}$

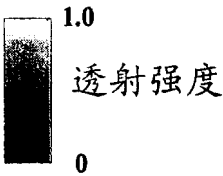
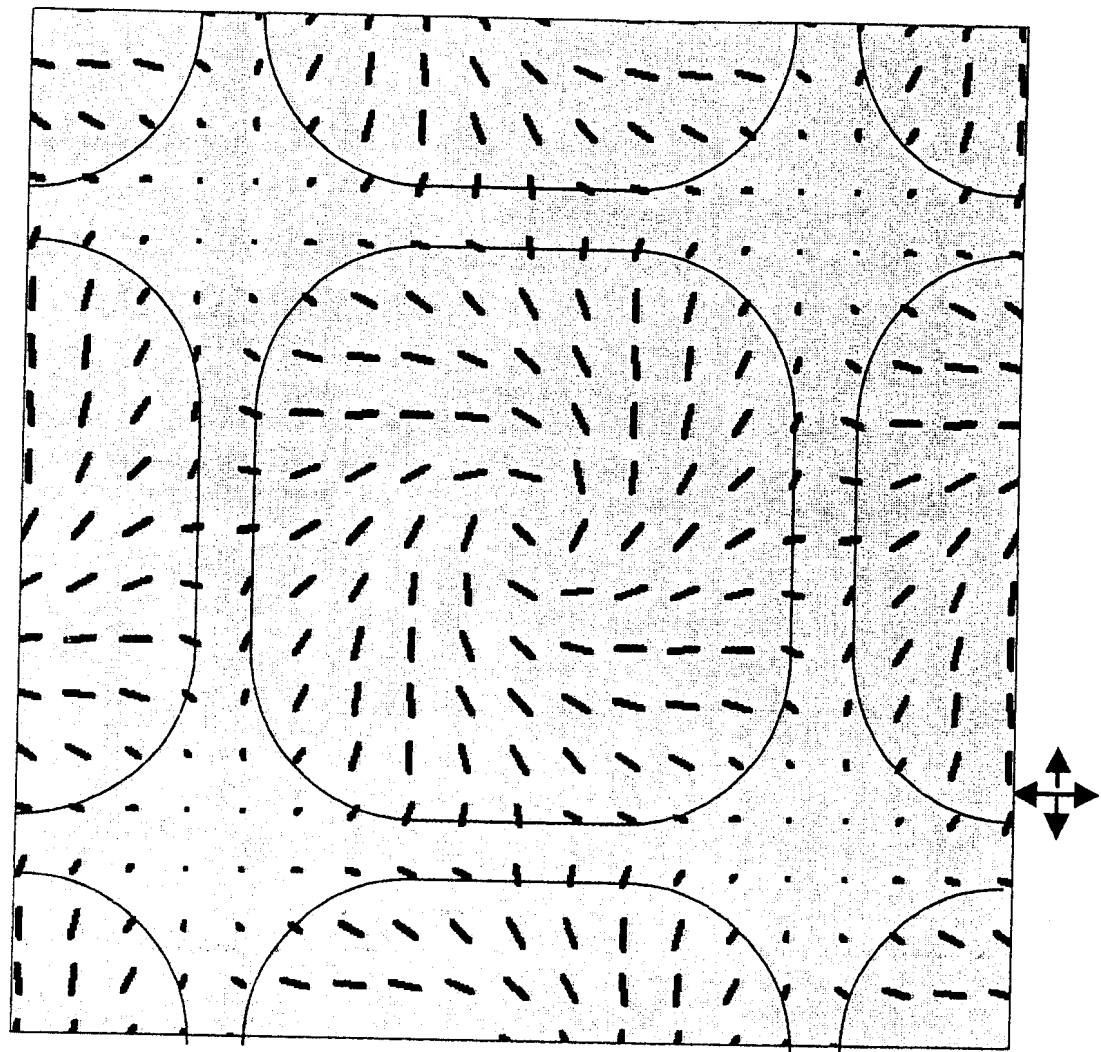


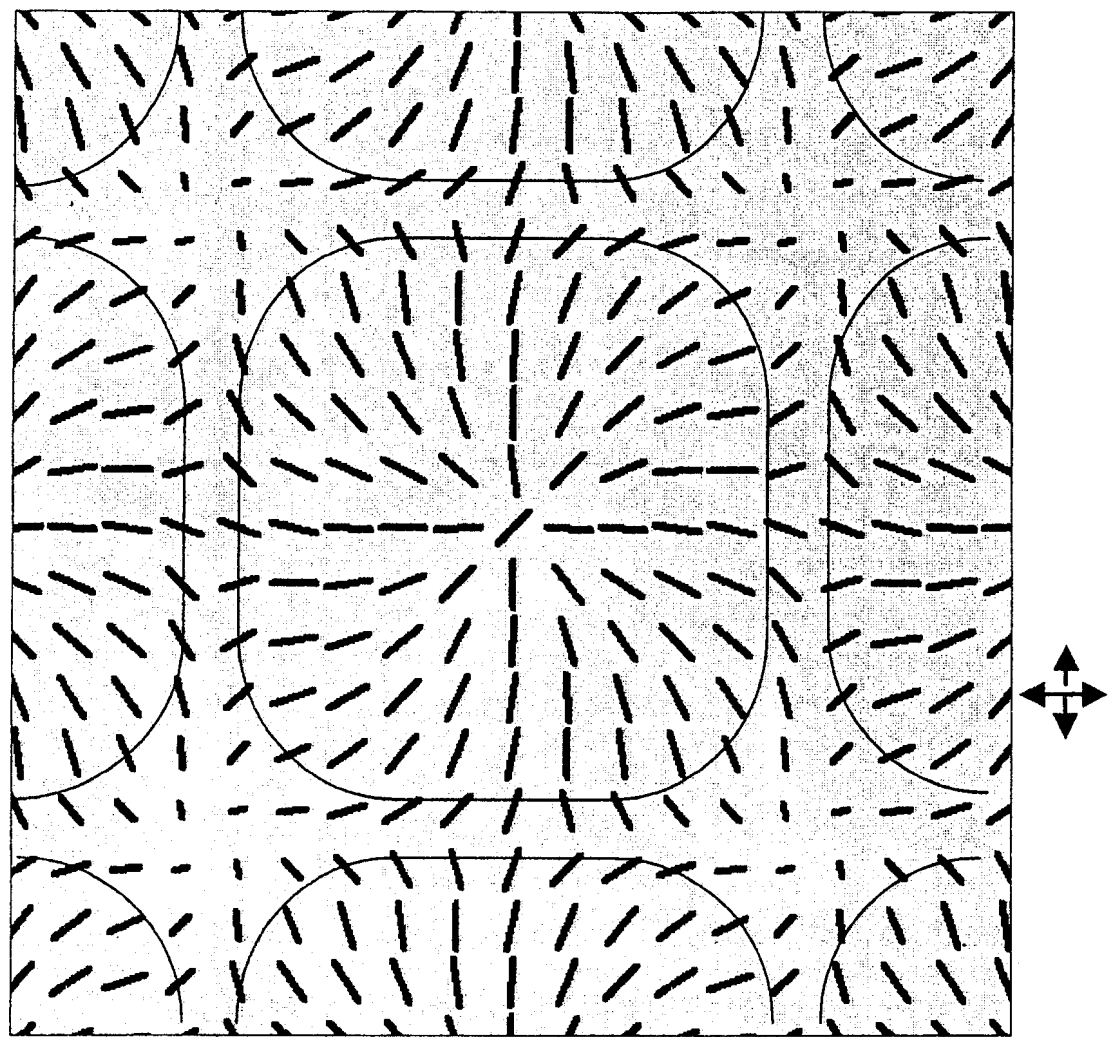
图 23



在对置电极表面附近

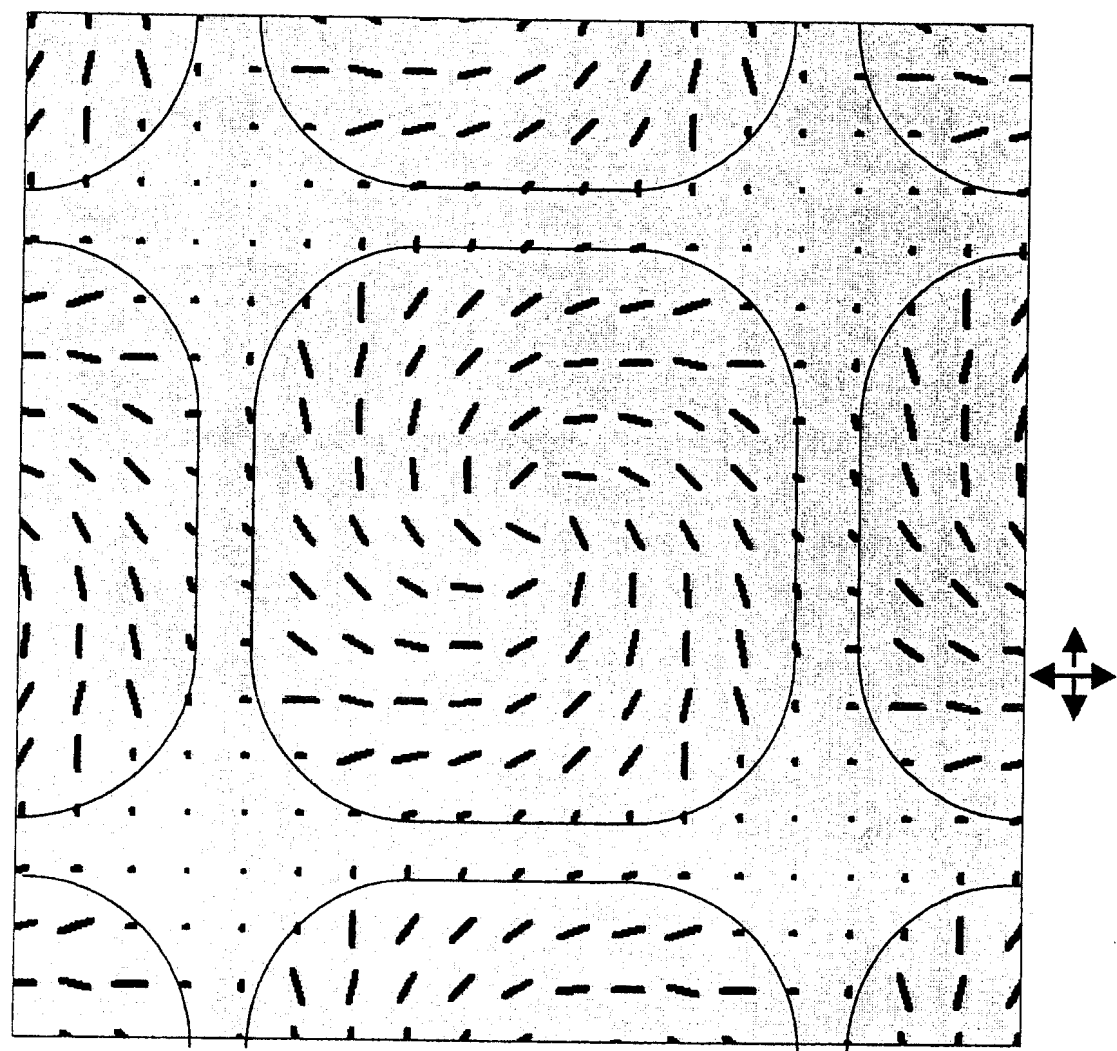
$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$

图 24



在液晶层中央附近
 $d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$

图 25



在像元电极表面附近

$d/p=0.38$
 $d \cdot \Delta n=600\text{nm}$

图 26

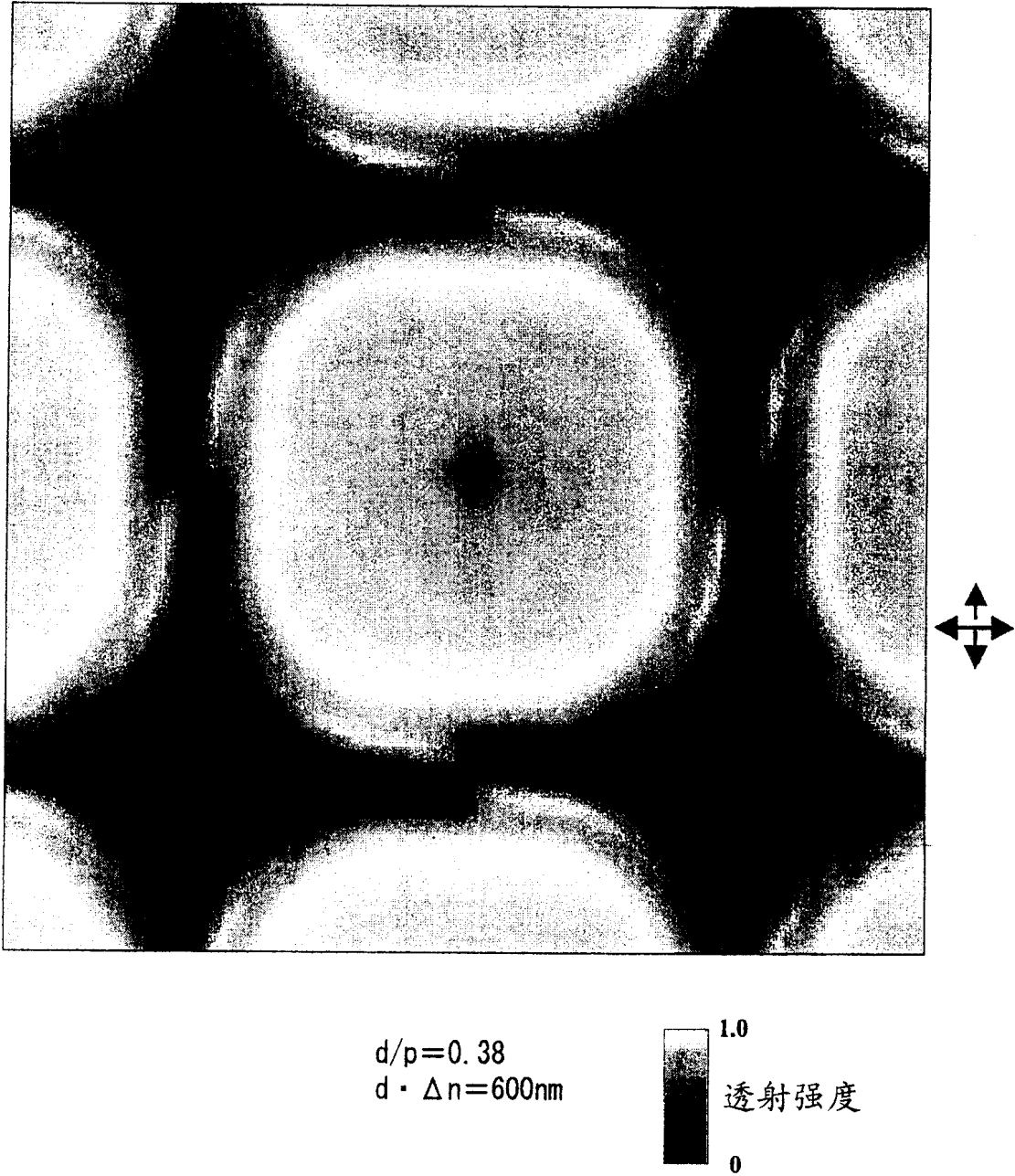


图 27

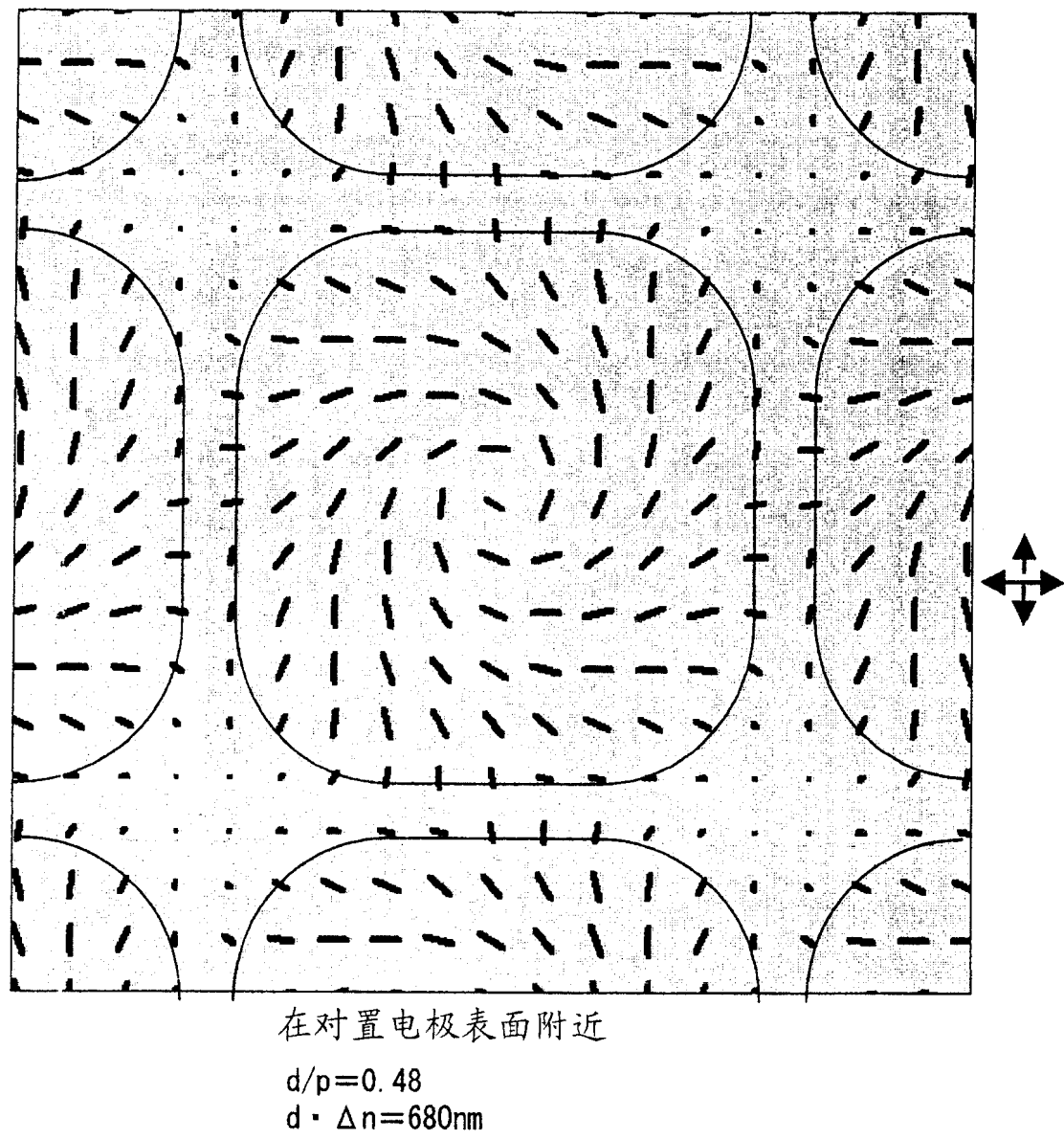
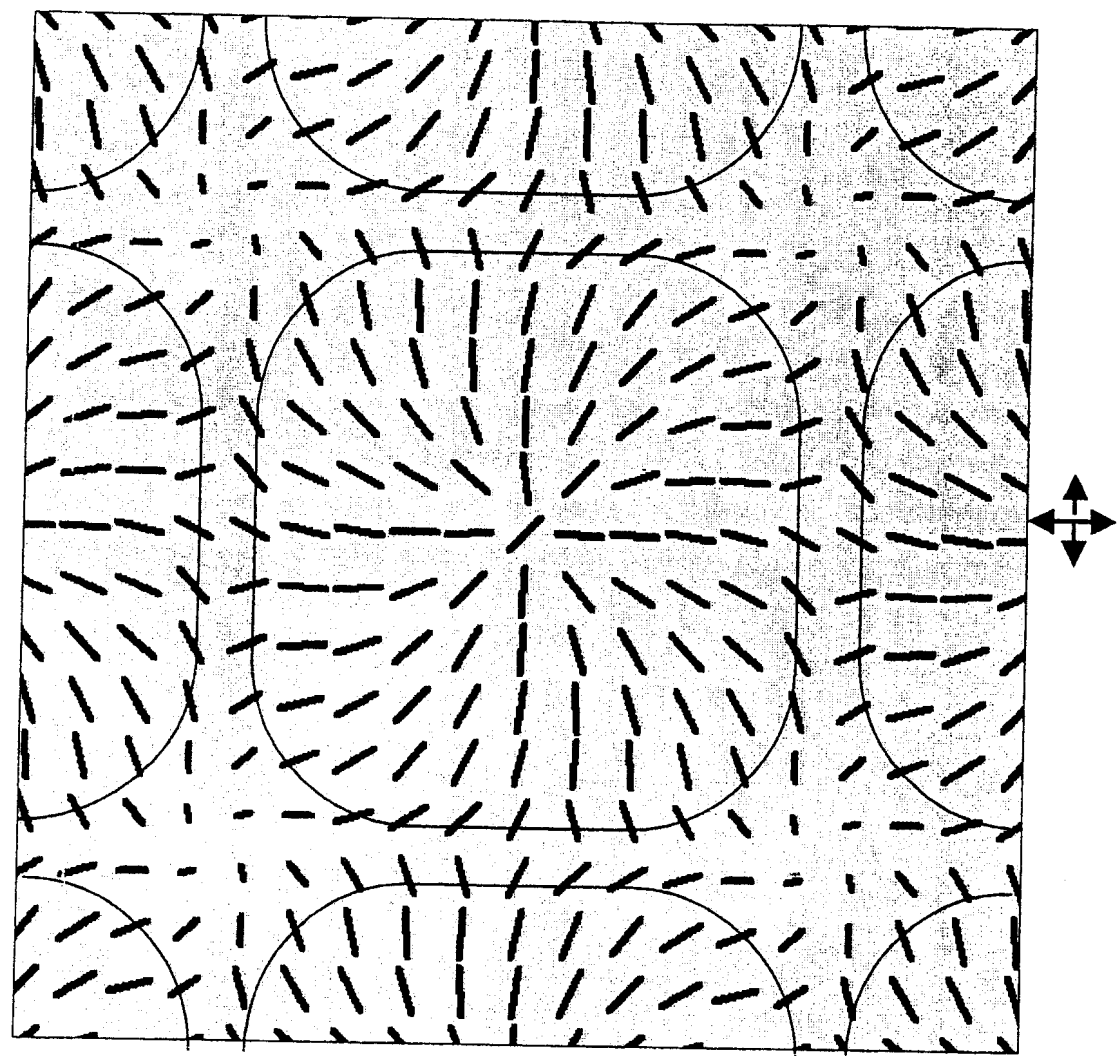


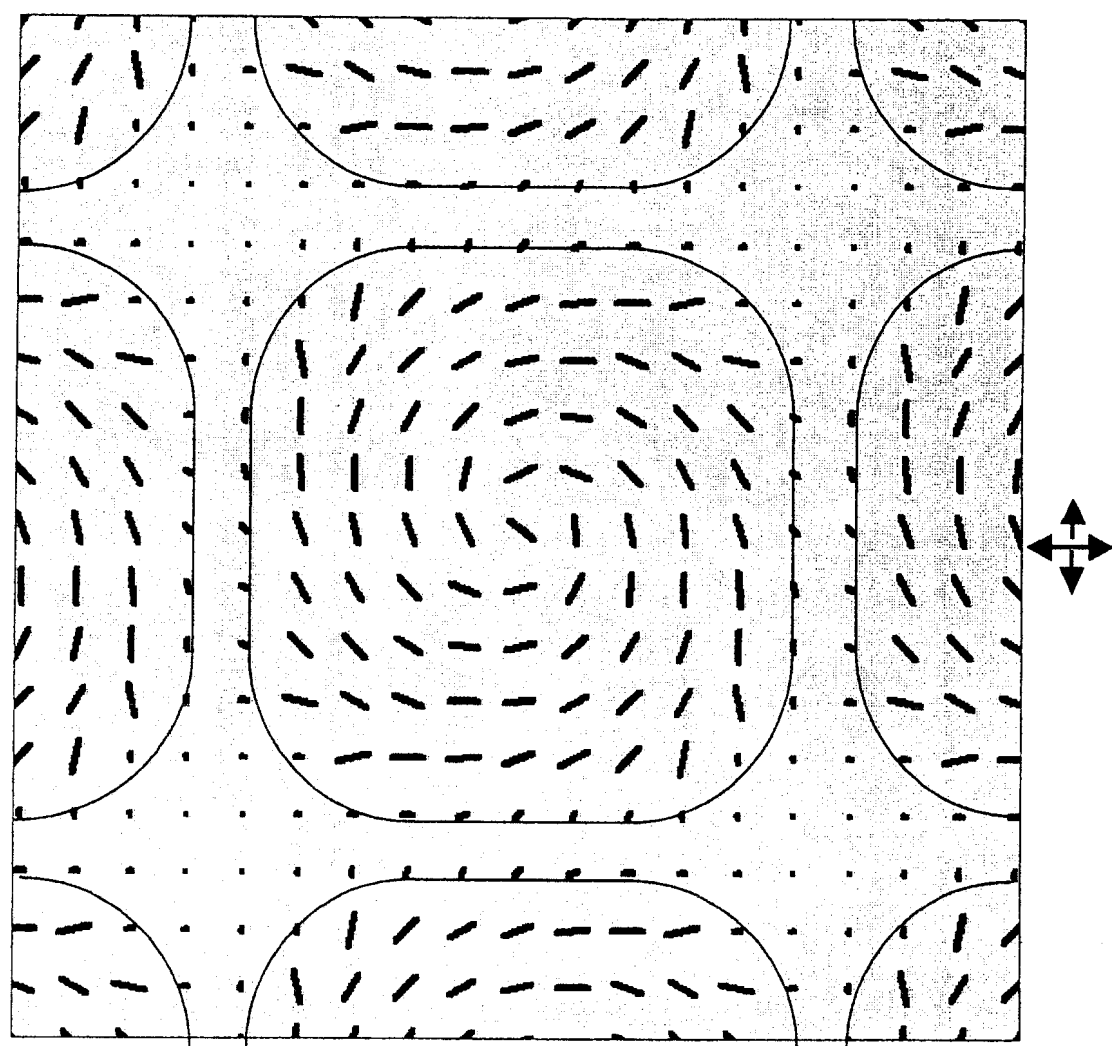
图 28



在液晶层中央附近

$$\begin{aligned} d/p &= 0.48 \\ d \cdot \Delta n &= 680\text{nm} \end{aligned}$$

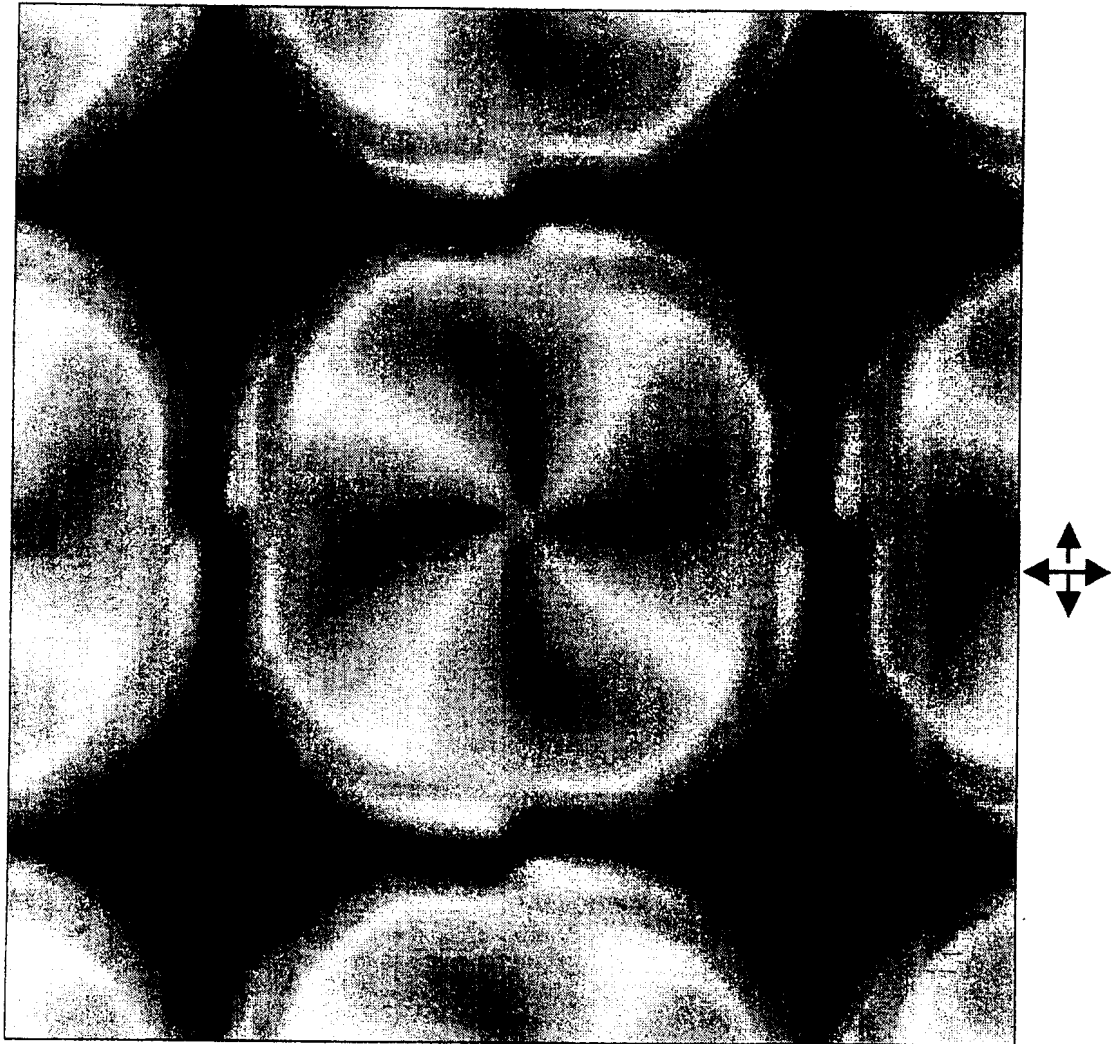
图 29



在像元电极表面附近

$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$

图 30



$d/p=0.48$
 $d \cdot \Delta n=680\text{nm}$

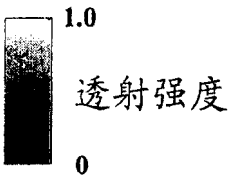


图 31

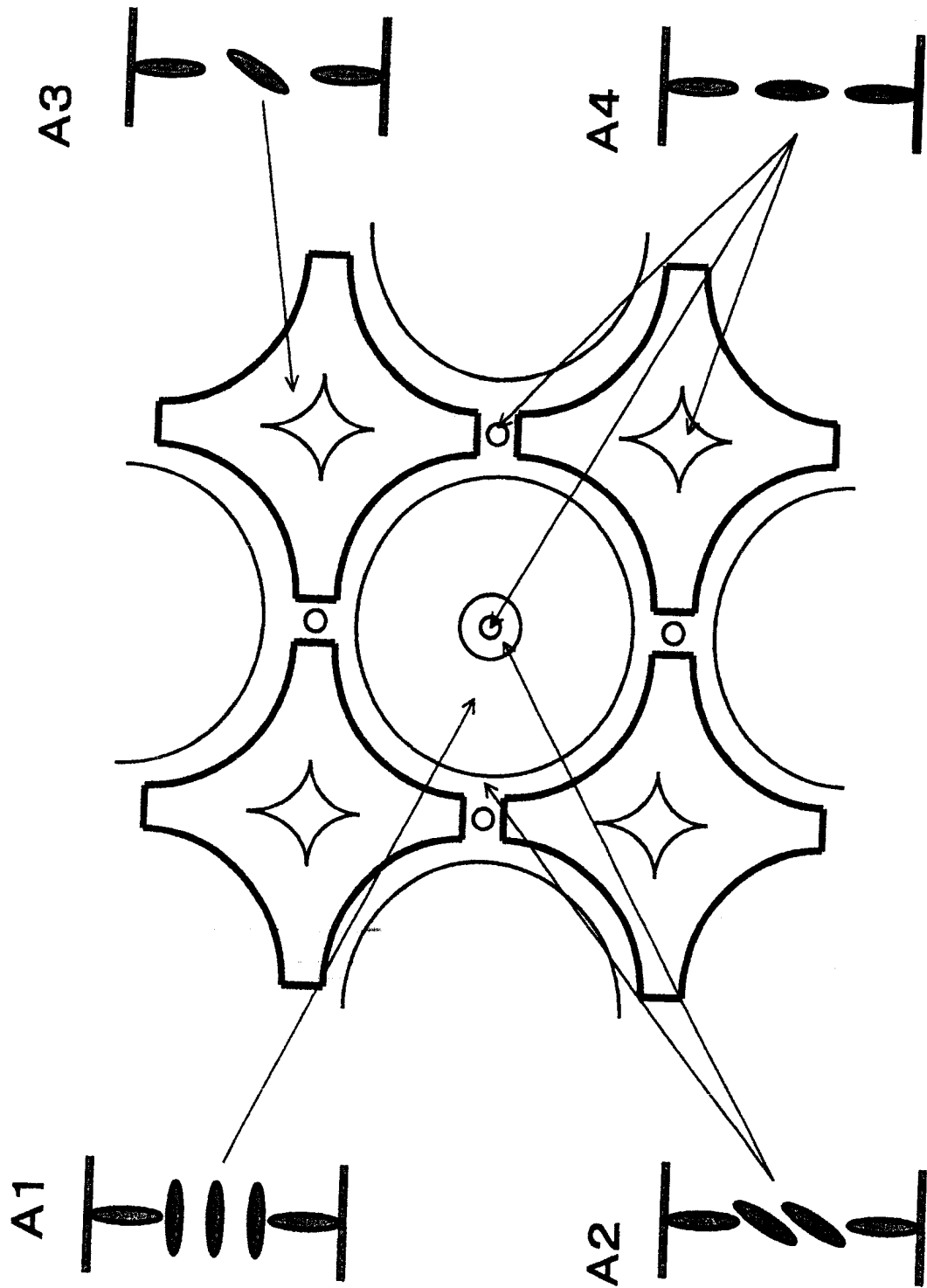


图 32

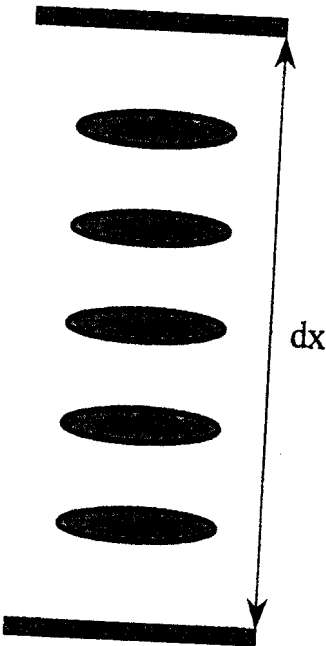


图 33

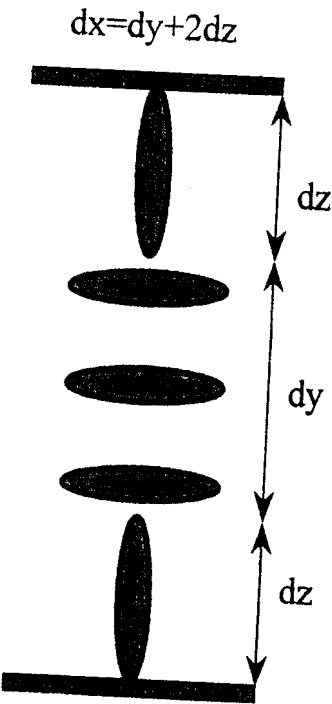


图 34

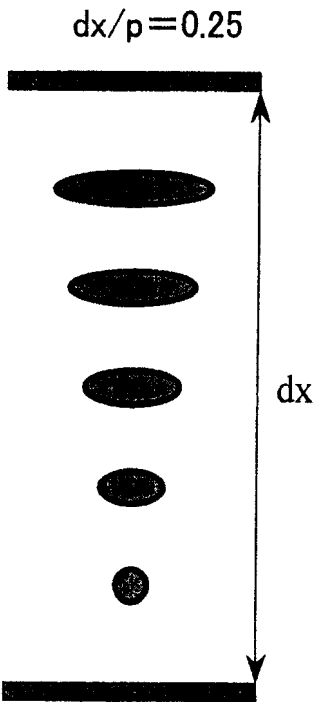


图 35

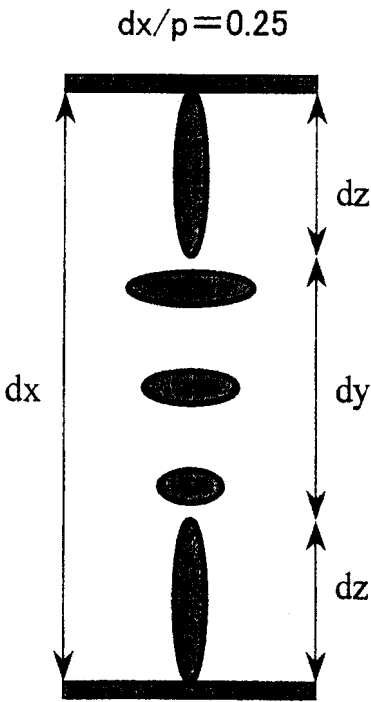


图 36

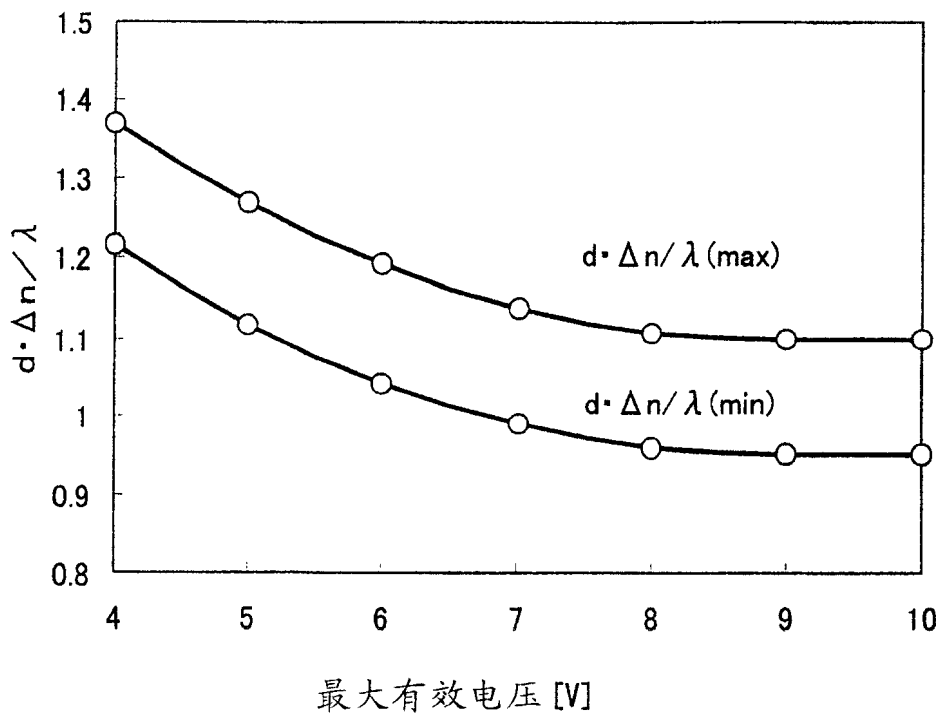


图 37

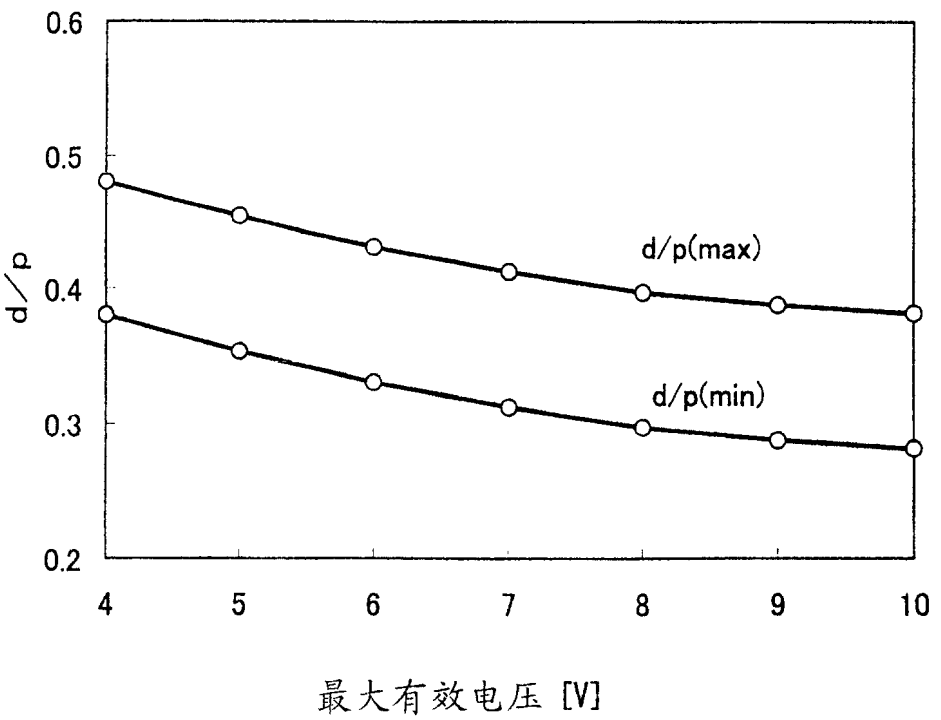


图 38

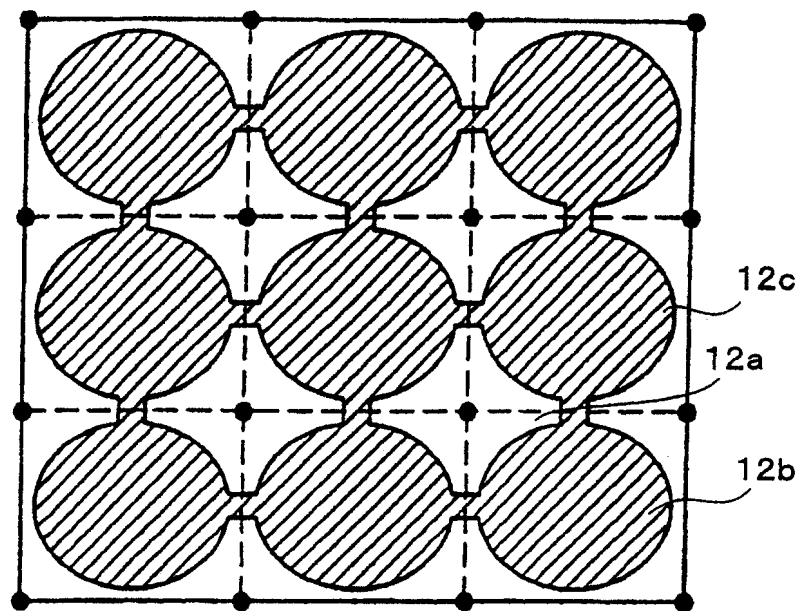


图 39

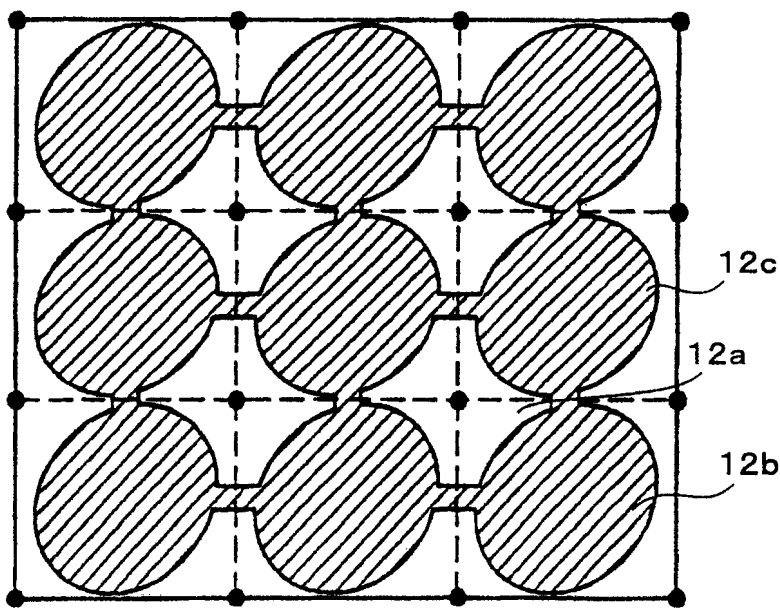


图 40

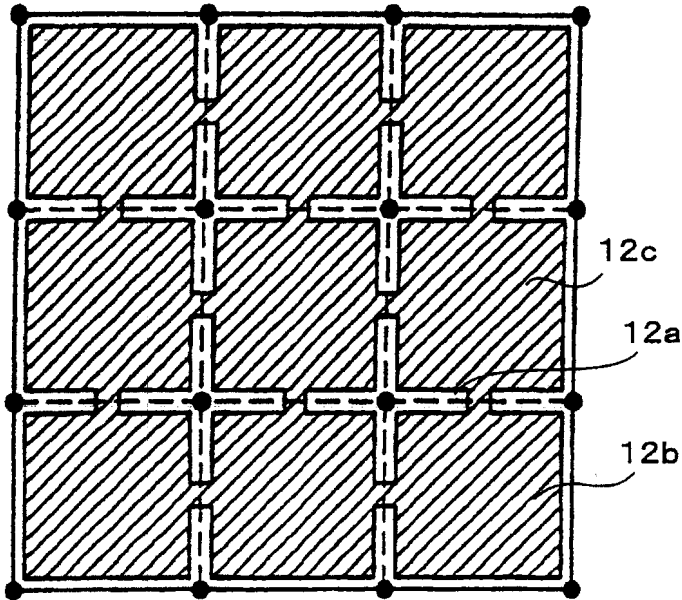


图 41

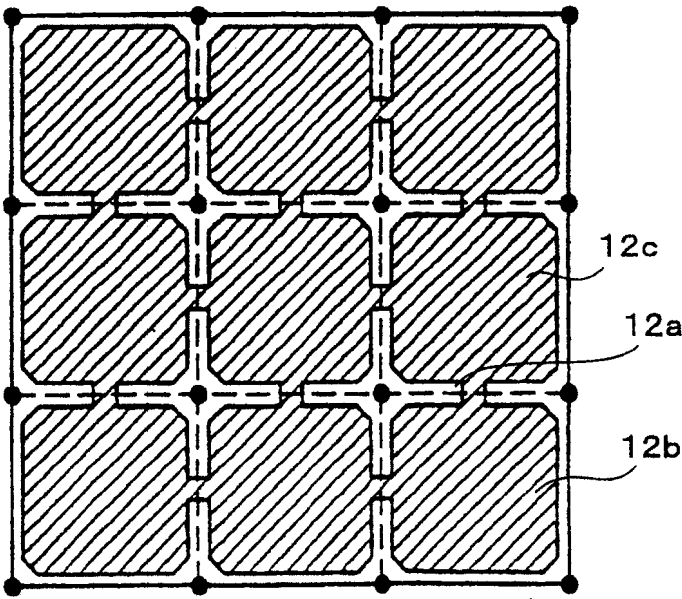


图 42

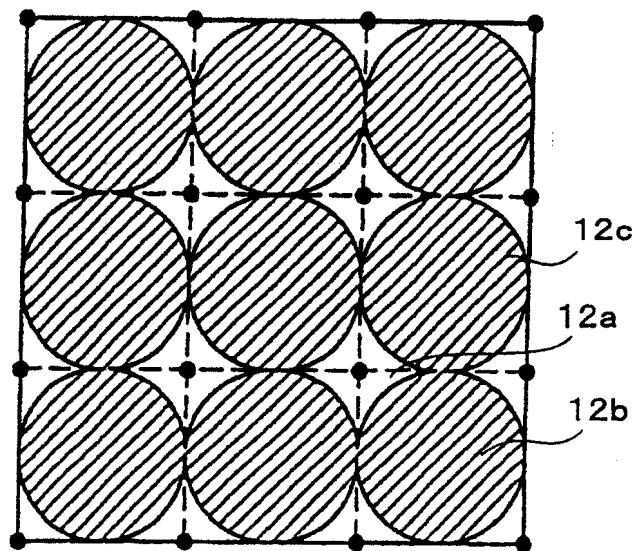


图 43

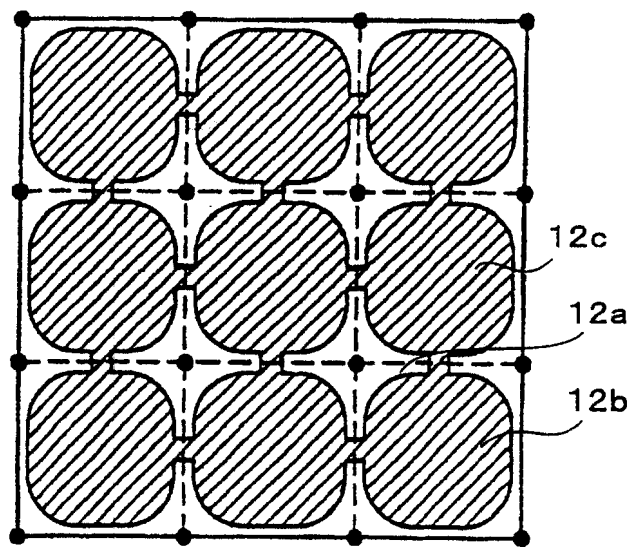


图 44

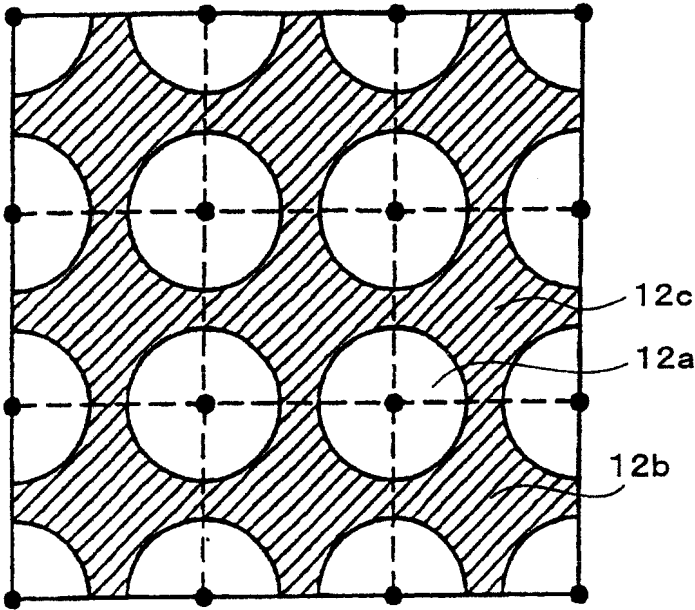


图 45

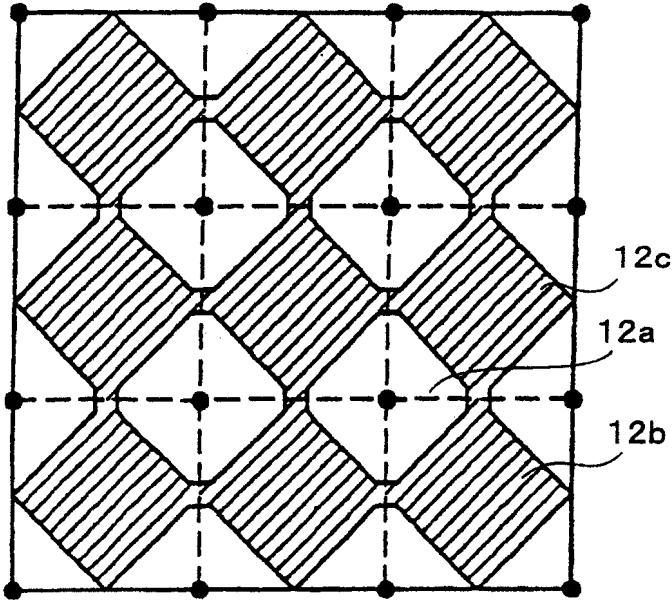


图 46

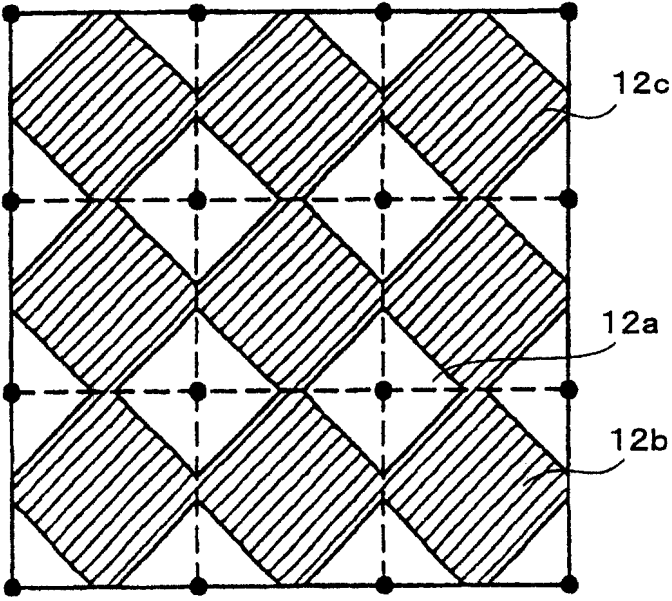


图 47

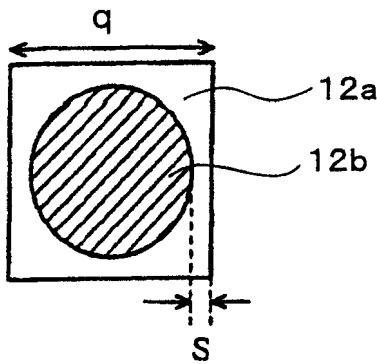


图 48

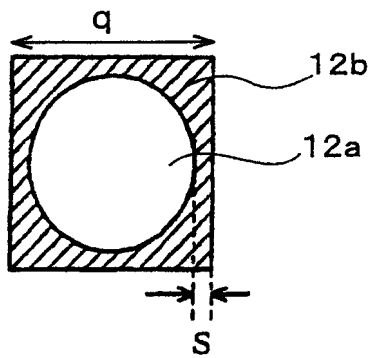


图 49

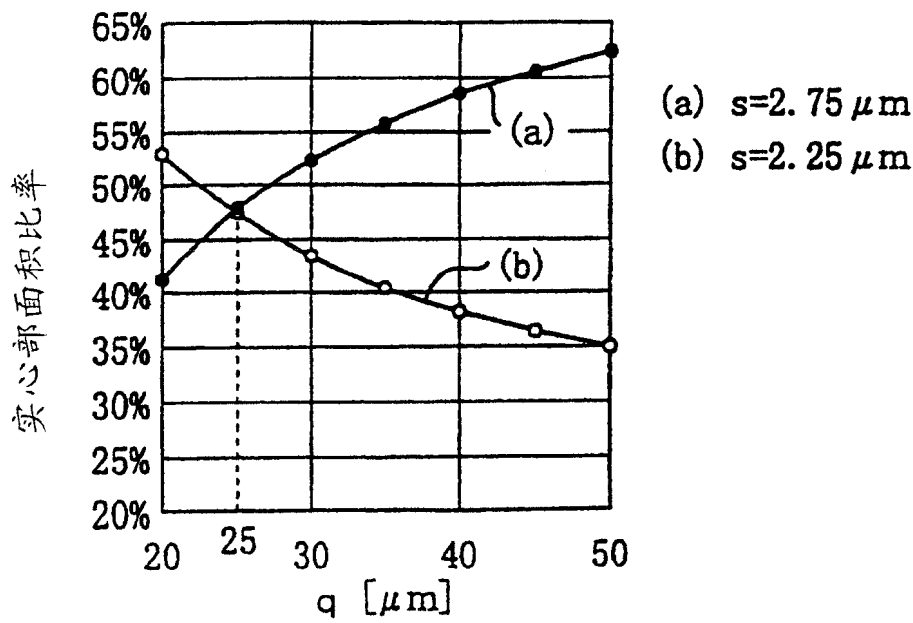


图 50

专利名称(译)	液晶显示器件		
公开(公告)号	CN100405148C	公开(公告)日	2008-07-23
申请号	CN03155468.7	申请日	2003-09-05
[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	荻岛清志 久保真澄		
发明人	荻岛清志 久保真澄		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/134336 G02F1/1393		
代理人(译)	刘宗杰		
审查员(译)	田虹		
优先权	2002262152 2002-09-06 JP		
其他公开文献	CN1488971A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

在垂直取向模式的液晶显示器件中，即使施加电压时的取向方向的面内分量沿正交尼科耳取向的液晶分子存在，也能可靠地提供使用者无法识别起因于该液晶分子的消光图案的液晶显示器件。当假设施加于垂直取向模式的液晶显示器件的液晶层上的最大施加有效电压为 $V_{max}[V]$ 时，将液晶层的 d/p 设定在 $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.65$ 与 $0.0021 \times (V_{max})^2 - 0.0458 \times (V_{max}) + 0.50$ 之间的值，将液晶层的 $d \cdot \Delta n / \lambda$ 设定在 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 2.124$ 与 $-0.00026 \times (V_{max})^3 + 0.016 \times (V_{max})^2 - 0.2281 \times (V_{max}) + 1.7603$ 之间的值。

