



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510099906.4

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100401172C

[22] 申请日 2002.3.28

[21] 申请号 200510099906.4

分案原申请号 02108325.8

[30] 优先权

[32] 2001.3.30 [33] JP [31] 098455/2001

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪

[72] 发明人 花冈一孝 田沼清治 仲西洋平  
上田一也 片冈真吾 佐佐木贵启  
武田有广 津田英昭 间山刚宗  
井上雄一 杉浦规生

[56] 参考文献

JP11-352491A 1999.12.24

JP2000-292791A 2000.10.20

JP11-131062 1999.5.18

CN1210279A 1999.3.10

审查员 钟 杰

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

代理人 李镇江

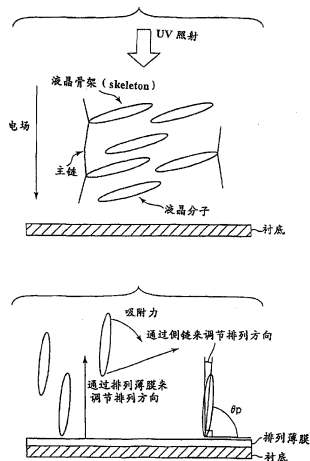
权利要求书 1 页 说明书 78 页 附图 52 页

[54] 发明名称

液晶显示器

[57] 摘要

本发明涉及根据多划分排列的一个 MVA 模式的一个液晶显示器，其中具有负介质各向异性的液晶分子的排列状态是相互不同的，并且提供了一个液晶显示器，在该液晶显示器中，可以抑制透射率的下降并且可以改进响应特性。这样来构造这个液晶显示器，以使包括具有一个预定单元间隙并且被相互相对排列的一对衬底，被形成在这对衬底之间的垂直排列薄膜，被密封在垂直排列薄膜之间并且具有负介质各向异性的一个液晶层，被放置在这对衬底中至少一个上的、用于在施加了电压时调节液晶层中的液晶分子的排列方向的一个排列调节结构组件，和被提供在液晶层中的、包括用于倾斜液晶分子的一个液晶骨架的一个固化材料。



1、一个液晶显示器，包括：

一对衬底，具有预定单元间隙  $d$  ( $\mu\text{m}$ )，并且被相对排列；和被密封在这对衬底之间的液晶，它具有负的介质各向异性，并且被排列成与一个衬底表面垂直，

其中在所述液晶中，所述单元间隙  $d$  (微米)，液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$  (mPa.s)，一个喷射的弹性常数  $K_{11}$  (pN)，一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$  (pN)，和介质各向异性  $\Delta\epsilon$  满足  $(\gamma_1-1.1)\times(K_{11}+233.7)\times(K_{33}+36.9)\times(d-1.1)\times(\Delta\epsilon^4+31.7\Delta\epsilon^3+370.8\Delta\epsilon^2+1948.6\Delta\epsilon+4304.2) \leq 8.8\times 10^8$ 。

2、一个液晶显示器，包括：

一对衬底，具有预定单元间隙  $d$  ( $\mu\text{m}$ )，并且被相对排列，具有被形成在它们中至少一个上的一个排列调节结构组件；和

被密封在这对衬底之间的液晶，它具有负的介质各向异性，并且被排列成与一个衬底表面垂直，

其中在所述液晶中，所述单元间隙  $d$  (微米)，液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$  (mPa.s)，一个喷射的弹性常数  $K_{11}$  (pN)，一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$  (pN)，和介质各向异性  $\Delta\epsilon$  满足  $(\gamma_1-1.1)\times(K_{11}+875.6)\times(K_{33}+50.6)\times(d^4+2.7d^3+9.5d^2+430.8d+524.1)\times(\Delta\epsilon^4+31.7\Delta\epsilon^3+370.8\Delta\epsilon^2+1948.6\Delta\epsilon+4304.2) \leq 1.6\times 10^{12}$ 。

3、如权利要求 2 所述的一个液晶显示器，其中在一个衬底表面方向上的、在排列调节结构组件之间的间隔是 25 微米或者更少。

## 液晶显示器

本申请是申请日为 2002 年 3 月 28 日、申请号为 02108325.8、发明名称为“液晶显示器”的专利申请的分案申请。

### 技术领域

本发明涉及一个液晶显示器 (LCD)，特别地，涉及根据一个多分区排列的 MVA (多域垂直排列) 模式的一个液晶显示器，其中，具有负介质各向异性的液晶分子的排列状态是各不相同的。

### 背景技术

在各种平板显示器中，液晶显示器被认为是最有希望能够替代 CRT 的显示器。根据所估计的，通过不仅将液晶显示器应用于一个 PC (个人计算机)，一个文本处理器，或者一个 OA 设备的一个显示器监视器，而且将液晶显示器应用于一个消费者 (家用电器) 电器设施，例如一个大屏幕的电视机或者一个便携式小尺寸的电视机的一个显示部分，LCD 就具有更广的市场。

目前使用最频繁的一个 LCD 显示操作模式是使用一个 TN (扭曲向列) 液晶的一个、通常是白色的模式。这个 LCD 包括分别被形成在相对安排的两个玻璃衬底的相对表面上的电极，和形成在这两个电极上的水平排列的薄膜。这两个水平排列的薄膜被使用一个排列过程的处理，在这个过程中，是将薄膜在相互垂直的方向上进行摩擦或者类似的处理。另外，起偏振片的偏振轴被调节成与这些衬底的内表面的排列薄膜的摩擦方向平行，并且起偏振片分别被放置在这些衬底的相应外表面上。

当具有正介质各向异性的一个向列液晶被密封在这些衬底之间时，与排列薄膜相互接触的液晶分子沿摩擦方向进行排列。即，与这

两个排列薄膜相互接触的液晶分子的排列方向以直角进行相交。与此同时，在这些衬底之间的液晶分子在沿与衬底表面垂直的方向上排列成一条直线，而排列方向在与这个衬底表面平行的一个平面内连续地旋转，并且在这些衬底之间的液晶被扭曲了，其扭曲角度为 90 度，并且这个液晶也被排列成一条直线。

如果光照射到具有上面所描述结构的 TN 类型 LCD 的一个衬底表面上，当在一个衬底的侧面通过这个起偏振片的线性偏振光通过这个液晶层时，其偏振方向将沿液晶分子的扭曲方向旋转 90 度，并且这个光在其偏振轴与这个衬底的起偏振片的偏振轴垂直的另一个衬底的侧面上通过这个起偏振片。这样，在没有施加电压的情形下（通常是白色的模式）就可以获得一个亮的显示状态。

当一个电压被施加在两个电极上时，因为具有正介质各向异性的向列液晶分子的主轴被排列成与衬底表面垂直，所以扭曲消失了。对照射到这个状态的液晶层上的线性偏振光来说，这个液晶分子不具有双折射现象（相对折射率各向异性）。所以，因为入射的线性偏振光没有改变其偏振方向，所以它不能够通过另一个起偏振片。这样，就在施加了一个预定最大电压的情形下，就获得了一个黑的显示状态。当这个状态变为没有施加电压的情形时，通过排列调节力可以将显示器返回到亮的显示状态。另外，通过改变所施加电压来控制液晶分子的倾斜度并从而改变从另一个起偏振片透射出来的光的强度，就可以实现一个分等级的灰度显示。

在一个有源矩阵 TN 类型的 TFT-LCD 的每一个点上提供了一个 TFT（薄膜晶体管）来作为一个开关成分，以控制每一个点的相对电极之间的被施加电压，这个 TFT-LCD 被广泛地应用于一个 PC 显示器监视器，一个便携式电视或者类似的，因为它很薄而且很轻，并且可以获得一个大屏幕和高质量的显示器。近年来，TN 类型的 TFT-LCD 的制造技术已经被很大程度地改进了，并且与 CRT 相比，当以屏幕前方的方式来看显示器时，LCD 的对比度，颜色再现特性和类似的特性更好。但是，TN 类型的 TFT-LCD 的一个致命缺陷是其视角很窄。

特别地，在平板观察方向上，其垂直方向的视角很窄。在一个方向上一个黑色状态的显示的亮度增加了并且图象发白，而在另一个方向上整体获得了一个黑色的显示状态，并且在一个半色调时，一个图象就发生了亮度反转现象。这是 TN 类型的 TFT-LCD 的最大缺陷。

在日本专利 No. 2947350 中公开的一个 MVA-LCD 已经是解决了 TN 类型的 TFT-LCD 视角问题特性的一个 LCD。下面将描述 MVA-LCD 的一个示例结构。首先，电极被分别形成在两个衬底的相对表面的侧面，这两个衬底之间具有一个预定间隙并且被排列在相互相对的位置。垂直排列薄膜被形成在这两个电极上，并且具有负介质各向异性的一个液晶被密封在这两个垂直排列薄膜之间。由绝缘物质组成的多个线性突出部分被周期性地形成在这两个衬底的电极和垂直薄膜之间。在这两个衬底之间相互相对的这些线性突出部分被排列成，当从衬底表面进行观察时，他们被从相互的位置移动了半个节距。这些线性突出部分是用于排列控制的，以将一个点区域中的液晶分为多个排列方向。附带地说，甚至是可以在这个电极上提供带切口的部分，而不是线性突出部分，也可以控制排列划分。

在这两个衬底的外表面上提供了其偏振轴相互垂直的两个起偏振片。这些起偏振片的连接方向被这样调节，以使在施加电压时在衬底显示表面上倾斜的液晶分子的主轴的方向相对起偏振片的偏振轴成大约 45 度的角，当从衬底表面进行观察时。

当具有一个负介质各向异性的一个向列液晶被密封在衬底之间时，液晶分子的主轴被调节在与垂直方向薄膜的薄膜表面垂直的方向上。这样，在衬底表面上的液晶分子被排列成与衬底表面相互垂直，并且在这个线性突出部分的倾斜表面上的液晶分子被排列成与衬底表面呈相互倾斜的位置。

当一个电压没有被施加到具有上面所描述结构的 MVA-LCD 的两个电极之间的状态下，光入射到一个衬底表面上时，通过一个起偏振片并且入射到液晶层上的线性偏振光在垂直排列的液晶分子的主轴方向上通过。因为在液晶分子的主轴上不存在双折射现象，所以入射

光通过而没有改变偏振方向，并且被其偏振方向与第一起偏振片的偏振方向垂直的另一个起偏振片所吸收。这样，在不施加电压的情形下，就获得了一个暗显示状态（通常是黑色的模式）。

当一个电压被施加到这两个相对的电极之间时，这个液晶分子的主轴被排列成与衬底表面平行，而在衬底表面上的液晶分子的排列方向根据这个被线性突出部分提前倾斜的液晶分子的排列方向而被调节。

对入射到这个状态下的液晶上的线性偏振光来说，这个液晶分子具有双折射现象，并且入射光的偏振被根据液晶分子的倾斜而发生改变。在施加了预定最大电压的情形下，通过液晶层的光改变为，例如，其线偏振方向旋转了 90 度，所以，它通过了另一个起偏振片，并且获得了一个亮的显示状态。当又回到没有施加电压的状态时，通过排列调节力，显示器又可以回到暗显示状态。另外，可以通过将所施加电压改变到控制液晶分子的倾斜度和改变从另一个起偏振片透射出来的光的强度，就可以实现一个分等级的灰度显示。

根据其中在每一个点上形成一个 TFT 的有源矩阵 MVA 系统 TFT-LCD，因为在点中的液晶的排列方向可以被分成多个排列方向，所以与 TN 类型的 TFT-LCD 相比，可以获得一个非常宽的视角和很高的对比度。另外，因为不需要一个摩擦处理过程，所以制造过程变得容易了，并且制造的成品率能够得到改进。

但是，传统的 MVA 系统 TFT-LCD 可以在显示的响应时间上实现改进。即，在一个黑色的显示被改变到一个白色的显示后又显示黑色时，可以实现一个很高速度的响应。但是，当从另一个半色调变到一个半色调的一个响应时间比 TN 类型的 TFT-LCD 的响应时间还长。

另外，也从透视光的角度来说，虽然传统的 MVA 系统 TFT-LCD 的视角的宽度上基本上是一个水平电场系统的 IPS（平面内交换）系统的视角宽度的 2 倍，但是它比 TN 类型的 TFT-LCD 的视角宽度小。

如上面所描述的，虽然传统的 MVA 系统 TFT-LCD 在视角宽度，对比度，和黑-白-黑显示的响应时间上解决了传统 LCD 的问题，但是

在从一个半色调到另一个半色调显示的响应时间和透视光上并没有超过传统的 TN 类型的 TFT-LCD。

这里，将参考图 73A 到 74C 来描述为什么传统的 MVA 系统 TFT-LCD 的半色调响应时间比传统的 TN 类型的 TFT-LCD 差。图 73A 到 73C 示出了在与一个衬底表面垂直的方向上切一个 MVA-LCD 面板所获得的一个部分的一个示意性结构。图 73A 示出了在没有施加电压的情形下液晶的一个排列状态，图 73B 示出了在施加电压的情形下液晶的一个排列状态。图 73C 是示出一个排列控制状态的一个概念图。图 74A 到 74C 示出了在与一个衬底表面垂直的方向上切一个 TN 类型的 LCD 面板所获得的一个部分的一个示意性结构。图 74A 示出了在没有施加电压的情形下液晶的一个排列状态，图 74B 示出了在施加电压的情形下液晶的一个排列状态。图 74C 是示出一个排列控制状态的一个概念图。

首先，将参考图 74A 到 74C 来描述一个 TN 类型的 LCD 100。如在图 74A 中所示出的，在没有施加电压的情形下，TN 类型的 LCD 100 的一个液晶 102 被扭曲了一个扭曲角度 90 度，并且被排列在在一个上衬底 104 的侧面上的一个电极 108 和在相互相对的下衬底 106 上的一个电极 110（没有示出排列薄膜）之间。当一个电压被施加到电极 108 和 110 之间时，如图 74B 所示出的，液晶分子排列成基本上与衬底 104 和 106 的表面垂直，并且扭曲消失了。如果所施加的电压被去掉了，液晶分子在基本上与衬底 104 和 106 的开始平面内进行旋转，并且返回到扭曲排列。如上面所描述的，在 TN 类型的 LCD 100 的情形下，如图 74C 的一个倾斜线部分 112 所显示的，我们可以认为，不仅是在电极 108 和 110 上没有示出的排列薄膜的界面附近的液晶分子被这些排列薄膜的调节力控制其排列，而且在液晶层 102 中心的液晶分子也在一定程度上被所增加的一个螺旋媒质或者类似的所引起的一个扭曲排列控制其排列。

另一方面，如图 73A 中所示出的，在没有施加电压的情形下，在一个 MVA-LCD 114 的一个液晶 124 中，没有在线性突出部分 126，

128, 和 130 附近的那些液晶分子基本上被垂直地排列在一个上衬底 116 的侧面上的一个电极 120 和在相互相对的下衬底 118 上的一个电极 122 (没有示出排列薄膜) 之间。在线性突出部分 126 到 130 附近的液晶分子基本上排列成与在突出部分的倾斜表面上没有示出的排列薄膜的表面垂直, 并且相对衬底表面倾斜了一个角度。当一个电压被施加到电极 120 和 122 之间时, 如图 73B 所示出的, 在线性突出部分 126 到 130 附近, 液晶分子的倾斜在液晶分子的倾斜方向上被连续地传播, 以进行排列调节与控制。这样, 到在一个线性突出部分和一个相邻的突出部分之间的一个部分中的, 即, 在这个间隙部分中心的液晶分子完成倾斜时, 就有一个时间延迟。特别地, 在从黑色到一个黑色半色调的一个灰度显示的情形下, 施加电压的改变值比较小, 在液晶中电场的强度改变也很小, 以使液晶分子的倾斜的传播速度也降低了。

如果倾斜方向没有从线性突出部分 126 到 130 中传播过来, 在线性突出部分 126 到 130 的空部分中的液晶分子的下落方向就不能够被确定。即, 如图 73C 的倾斜线部分 132 所显示的, 在 MVA-LCD 的液晶中的排列仅仅被在衬底表面上的排列薄膜的调节力所达到的排列薄膜的界面附近的电场、在线性突出部分 126 到 130 的排列薄膜上和其附近的电场的畸变所调节控制, 其他区域中的液晶排列仅仅被间接地进行控制。

即使在传统的 MVA 结构中, 如果上和下衬底的线性突出部分的空间距离 (节距) 变短了, 其响应时间也变短了。但是, 如上面所描述的, 在一个一般的 MVA-LCD 中, 因为液晶的倾斜方向是被一个绝缘物质的突出倾斜表面所决定的, 所以这个倾斜部分必须具有一定的宽度, 长度, 和高度。这样, 上和下突出部分的节距不能够做得太短。

图 75 示出了, 当从下衬底 118 的侧面来观察如图 73A 到 73C 中所示出的 MVA-LCD 时, 在施加了电压的情形下, 液晶分子的一个排列状态。在图中向水平方向延伸的 3 个线性突出部分 126, 128, 和 130 中, 上突出部分和下突出部分 126 和 128 是被形成在下衬底 118 上的,



而中间的突出部分 130 是被形成在上衬底 116 上的。

在没有施加电压的情形下，液晶分子基本上被排列成与衬底 116 和 118 相互垂直，如图 75 所显示的，当电压被施加到一个排列区域 A 和一个排列区域 B 时，液晶分子的排列被分开了，在排列区域 A 中时，液晶分子沿上衬底 116 侧面上的线性突出部分 130 朝下衬底 118 侧面上的线性突出部分 128 的方向（纸张平面的朝上的方向）进行排列，在排列区域 B 中，液晶分子沿线性突出部分 130 朝下衬底 118 侧面上的线性突出部分 126 的方向（纸张平面的朝下的方向）进行排列。

即，在施加了电压的情形下，在线性突出部分 130 的两边、在相邻排列区域 A 和 B 上的液晶分子的排列被分开，以使在排列区域 A 中的液晶的主轴的方向基本上与线性突出部分 130 的延伸方向成+90 度角，在排列区域 B 中的液晶的主轴的方向基本上与线性突出部分 130 的延伸方向成-90 度角。另一方面，在施加了电压的情形下，在线性突出部分 126 到 130 的顶部附近的液晶分子在相应突出部分延伸的方向上出现了倾斜，并且他们被这样排列，以使相对相应的线性突出部分 126, 128 和 130 的延伸方向来说，排列方向变为基本上是 0 度或者 180 度（平行）。

如上面所描述的，在施加了电压的情形下，相对在线性突出部分 126 到 130 的顶部附近的液晶分子的排列方向来说（基本上与线性突出部分 126, 128 和 130 的延伸方向成 0 度或者 180 度），在衬底 116 和 118 上的显示区域中的液晶分子的排列方向被旋转了 90 度。这样，如图 75 所示出的，在其排列方向相对相应的线性突出部分 126, 128 和 130 的延伸方向来说是 45 度的液晶分子被组织安排在线性突出部分 126 到 130 的倾斜表面的两侧面。但是，在图中用垂直箭头表示的起偏振片的偏振轴 P 和 A 被安排成与在衬底 116 和 118 上的显示区域 A 和 B 的液晶分子的排列方向成 45 度的倾斜角度。

所以，因为其排列方向与相应的线性突出部分 126, 128 和 130 为 45 度角的液晶分子的排列方向变为与起偏振片的偏振轴 P 和 A 的偏振方向平行和垂直，如图中的虚线所示出的，所以在线性突出部分 126

到 130 的倾斜表面的两个侧面产生了两条黑线（区分线）140 和 142。附带地说，对被形成在线性突出部分 126 到 130 上的排列矢量场的第一极点（在图中用 (+1) 来表示）和第二极点（在图中用 (-1) 来表示）之间的每一个间隔形成这两个黑线 140 和 142。在第一极点 (+1) 上，液晶分子的主轴的方向被排列成基本上朝相同的点，而在第二极点 (-1) 上，部分液晶分子朝向不同的方向。

在象这样的传统 MVA-LCD 中，如果通过缩短上突出部分和下突出部分的节距来增加成形密度，从而试图缩短一个半色调的响应时间，不仅是点区域中的突出部分的占据面积增加了，而且被形成在突出部分两侧面的两个黑色线 140 和 142 的成形密度也增加了，并且透射率的下降是这样的大，以使它不能够被忽视了。所以，这就产生了一个问题，如果为了改进液晶的响应特性而提高线性突出部分的成形密度，其透射就降低了。如上面所描述的，传统的 MVA-LCD 结构的一个问题是，液晶的响应特性的改进和透射率的改进是一个需要进行相互折衷的关系。

### 发明内容

本发明的一个目的是提供一个液晶显示器，其中能够抑制透射率的下降并且改进响应特性。

本发明的另一个目的是提供一个液晶显示器，其中能够抑制响应特性并且改进透射率的下降。

通过具有下面这些特征的液晶显示器来获得上面所描述的目的的，这个液晶显示器的特征是包括：具有一个预定单元间隙并且相互相对排列的一对衬底，形成在这对衬底之间的垂直排列薄膜，被密封在这个垂直排列薄膜之间的一个液晶层并且该液晶层具有负的介质各向异性，被安排在这对衬底中至少一个上的、用于在施加了一个电压的情形下调节控制液晶层的液晶分子的总的排列方向的一个排列调节结构组件，和被提供在这个液晶层中并且包括用于倾斜液晶分子的一个液晶骨架的一个固化材料。

## 附图说明

图 1A 和 1B 是示出根据本发明的一个第一实施方式的一个液晶示出器的工作原理的图；

图 2 是示出根据本发明的第一实施方式的示例 1-1 的应用效果的一个图；

图 3 是示出根据本发明的第一实施方式的示例 1-1 的响应速度的测量结果；

图 4 是示出根据比较示例 1-1 的响应速度测量结果的一个视图；

图 5 是示出在形成聚合体以前，在调节结构组件上的液晶分子的倾斜角度与透射（用施加的电压来表示）之间的关系的一个图；

图 6A 和 6B 是示出根据本发明的第一实施方式的示例 1-3 的一个 MVA 单元的示意图结构的图；

图 7 是示出根据本发明的第一实施方式的示例 1-4 的一个 MVA 单元的示意图结构的一个图；

图 8A 到 8D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 9A 到 9D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 10A 到 10D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 11A 到 11D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 12A 到 12D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 13A 到 13D 是示出液晶分子相对一个排列调节结构组件或者一个极点控制部分的排列状态的图；

图 14A 和 14B 是示出这样一个状态的图，其中包括被形成在一个衬底 1 上的一个十字形突出部分结构组件 4 的一个液晶面板被从一个

衬底表面的一个垂直方向来进行观察；

图 15 是示出这样一个状态的图，其中根据本发明的第二实施方式的示例 2-1 的一个液晶面板被从一个衬底表面的一个垂直方向来进行观察；

图 16 是将根据本发明第二实施方式的示例 2-1 的液晶面板与一个比较示例的一个液晶面板进行比较的一个图；

图 17 是示出这样一个状态的图，其中根据本发明第二实施方式的示例 2-2 的一个液晶面板被从一个衬底表面的垂直方向来进行观察；

图 18 是将根据本发明第二实施方式的示例 2-2 的液晶面板与一个比较示例的一个液晶面板进行比较的一个图；

图 19 是示出根据本发明第三实施方式的一个液晶面板的结构的一个剖面视图；

图 20A 到 20D 是解释根据本发明的第三实施方式的液晶面板的一个制造方法的图；

图 21 是示出根据本发明的第三实施方式的这个液晶面板的结构的一个示例的图，并且是示出这样一个状态的图，其中从面对一个衬底的方向来观察两个相邻的液晶单元；

图 22 是示出根据本发明的第三实施方式的这个液晶面板的结构的一个示例和一个比较示例的图，并且是示出这样一个状态的图，其中从与一个衬底表面垂直的方向来观察液晶面板的两个相邻的点；

图 23 是用于解释需要被根据本发明的一个第四实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 24 是用于解释需要被根据本发明的一个第四实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 25 是示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的一个液晶示出器的一个图；

图 26 是示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的一个液晶示出器的一个图；

图 27 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的

一个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 28 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的这个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 29 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的一个比较示例的一个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 30 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-1 的这个个比较示例的这个个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 31 是示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-2 的一个液晶示出器的一个图；

图 32 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-2 的一个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 33 是示意图性地示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-2 的这个 MVA 单元的一个部分的一个图；

图 34 是示出根据本发明的第四实施方式的示例 4-3 的一个液晶示出器的一个图；

图 35 是示出根据本发明的第五实施方式的示例 5-1 的一个液晶示出器的一个图；

图 36 是示出根据本发明的第五实施方式的示例 5-1 的这个液晶示出器的一个图；

图 37 是示出根据本发明的第五实施方式的示例 5-2 的一个液晶示出器的一个图；

图 38A 和 38B 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-1 的一个液晶面板结构的图；

图 39A 和 39B 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-2 的一个液晶面板结构的图；

图 40A 和 40B 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-3 的一个液晶面板结构的图；

图 41 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-4 的一个液晶面板结构的图；

图 42 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-5 的一个液晶面板结构的图；

图 43 是示出根据本发明的第六实施方式的示例 6-6 的一个液晶面板结构的图；

图 44 是用于解释需要被根据本发明的一个第七实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 45A 到 45F 是用于解释需要被根据本发明的一个第七实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 46A 到 46H 是用于解释需要被根据本发明的一个第七实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 47A 到 47F 是用于解释需要被根据本发明的一个第七实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 48A 和 48B 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-1 的一个液晶面板结构的图；

图 49A 和 49B 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-1 的这个液晶面板的响应速度的测量结果的图；

图 50A 和 50B 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-2 的一个液晶面板结构的图；

图 51A 和 51B 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-3 的一个液晶面板结构的图；

图 52A 和 52B 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-4 的一个液晶面板结构的图；

图 53 是解释根据本发明的第七实施方式的示例 7-5 的一个液晶面板结构的一个制造方法的一个图；

图 54 是示出根据本发明的第七实施方式的示例 7-6 的一个液晶面板结构的图；

图 55 是用于解释需要被根据本发明的一个第八实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 56 是用于解释需要被根据本发明的一个第八实施方式而解决

的一个问题的一个图；

图 57 是示出在本发明的第八实施方式中，一个液晶示出器的响应特性与一个单元间隙（单元厚度）的相关性的一个图；

图 58 是示出在本发明的第八实施方式中，在一个液晶示出器的一个条的高度与对比度之间的关系的一个图；

图 59 是示出在本发明的第八实施方式中，液晶示出器的响应特性与间距宽度（节距）之间的关系的一个图；

图 60 是示出在本发明的第八实施方式中，液晶示出器的响应特性与间距宽度（节距）之间的关系的一个图；

图 61 是示出在本发明的第八实施方式中，液晶示出器的响应特性与间距宽度（节距）之间的关系的一个图；

图 62 是示出在本发明的第八实施方式中，在条宽度和面板透射率之间的关系的一个图；

图 63 是用于解释需要被根据本发明的第九实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 64 是用于解释需要被根据本发明的第九实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 65 是用于解释需要被根据本发明的第九实施方式而解决的一个问题的一个图；

图 66 是示出在本发明的第九实施方式中，在一个 VA 系统 LCD 的开状态响应时间与参数之间的关系的一个图；

图 67 是示出在本发明的第九实施方式中，使用表 11 中的一个液晶的一个 VA 系统 LCD 的响应特性的一个图；

图 68 是示出在本发明的第九实施方式中，一个 MVA-LCD 的一个剖面结构的一个图；

图 69 是示出在本发明的第九实施方式中，MVA-LCD 中的液晶分子的倾斜的传播状态的一个图；

图 70 是示出在本发明的第九实施方式中，在一个 MVA-LCD 的开状态响应时间与参数之间的关系的一个图；

图 71 是示出在本发明的第九实施方式中，这个 MVA-LCD 的一个剖面结构的一个图；

图 72A 到 72D 是示出在本发明的第九实施方式中，其一个间距  $s$  被改变的这个 MVA-LCD 的瞬时响应特性的一个显微观察的一个图；

图 73A 到 73C 是用于解释为什么一个传统的 MVA-LCD 的半色调响应比一个传统的 TN 类型 LCD 的响应速度慢的原因的一个图；

图 74A 到 74C 是用于解释为什么一个传统的 MVA-LCD 的半色调响应比一个传统的 TN 类型 LCD 的响应速度慢的原因的一个图；

图 75 是示出了当从一个下衬底 118 的侧面来观察如图 73A 到 73C 中所示出的 MVA-LCD 时，在施加了电压的情形下，液晶分子的一个排列状态的一个图。

## 具体实施方式

### [第一实施方式]

将参考图 1A 到 7 来描述根据一个液晶显示器中，本发明第一实施方式的一个液晶显示器。这个实施方式的特征在于施加电压的情形下通过局部调节，调节所有液晶分子的排列状态时如上面的 MVA 系统所代表的，在施加了电压后的一个响应操作时，不需要有液晶分子的一个倾斜的传播过程，并且同时，整个显示区域被倾斜了。另外，提供了一个液晶显示器，它通过改进这个液晶分子本身的响应特性而在所有灰度显示中，具有一个很高的、对一个电场的响应速度。

为了改进 MVA 系统或者类似系统中的响应速度，必不可少的是，液晶分子的倾斜传播时间应为 0，并且同时一个显示区域的整个表面变为倾斜。为了实现整个表面同时倾斜，形成一个稳定的状态是有效果的，其中在没有施加电压的情形下，相对整个表面的一个衬底界面来说液晶分子有轻微的倾斜。

这个实施方式的工作原理被示出在图 1A 和 1B 中。作为最重要的试验的结果，发现通过如图 1A 所示出的，在一个液晶层中形成具有一个液晶骨架的一个光学可固化化合物的一个光固化材料，并且通过



使液晶骨架相对一个衬底是倾斜的来形成一个液晶骨架，就可以通过整个表面同时倾斜来大大提高响应速度。如图 1B 中所示出的，液晶骨架被固定在与一个排列薄膜的排列控制方向不同的一个角度上，并且通过在液晶骨架和液晶分子之间的吸附作用，液晶分子是朝液晶骨架的排列方向的侧面倾斜，而不是朝整个表面上的排列薄膜的排列控制方向倾斜。

这个倾斜的幅度和这个液晶骨架的排列方向可以被这个液晶骨架与这个液晶的数量的一个比例来任意改变。另外，在这个时刻，因为朝液晶骨架的排列方向的一个吸引力在包括体材料的整个物质的液晶分子中都存在，与其中仅仅在这个界面附近被摩擦等促使有一个倾斜排列相比，就可以实现一个更高速度的开关。

在某个程度上，这个功能也可以用不具有液晶骨架的高聚合分子来实现。但是，为了将液晶分子均匀地固定在一个面板中，而不对液晶分子的排列状态产生干扰，并且通过在固化以前增加几个重量百分比、具有液晶特性的一个材料是可取的。这个材料很容易被混合在作为一个主媒质的液晶中，并且可以被均匀地分布，在固化的时刻形成的结构几乎不干扰液晶分子的排列，所以，可以获得一个优秀的固定状态。

除了 MVA 系统外，使用这样一个高分子材料的液晶排列固定技术也可以被应用到其他已经有的工作系统（工作模式）。但是已经发现，其中通过应用这个实施方式中的固定技术而可以获得很好效果的工作模式是有限的。

图 2 示出了通过使用一个高分子材料的排列固定技术而实现的、对相应工作模式的主要改进效果。如图 2 中所示出的，在一个 TN 类型，一个  $\alpha$ -TN 类型，一个 ECB 类型和一个 IPS 类型的相应模式中，在施加电压的情形下，通过使用这个实施方式可以获得对响应速度的改进。但是，在 TN 类型和  $\alpha$ -TN 类型中，会导致光旋转力的下降和对比度的下降。

另外，在 TN 类型， $\alpha$ -TN 类型，ECB 类型和 IPS 类型中，除了

$\alpha$ -TN 类型外，在任何模式中都必须执行一个排列处理。通过这个界面排列处理的液晶分子的排列调节力是非常高的，并且一个倾斜角度的可控制性或者类似的也是很好的。但是，这个界面排列处理在面板制造过程中增加了一个步骤，并且另外，增加了一个聚合物结构形成过程以使用这个实施方式的高分子材料来实现排列稳定。另外，在使用向列液晶的一个水平排列模式中，特别是在其中一个水平排列时间被变为黑色的一个工作模式中，液晶分子的排列顺序的轻微干扰或者倾斜的一个改变将大大地影响显示质量。从上面的角度来说，可以想象得到，即使这个实施方式被应用到 TN 类型，ECB 类型和 IPS 类型中，也不会有多少优点。

虽然在 OCB 模式中，可以获得高速度的响应和很宽的观察视角，但是，其缺点是需要一个很高的驱动电压来形成一个弯曲排列，并且当在电源被切断后再打开电源时，就必须进行重新排列。因为高分子材料的排列稳定性可以固定这个弯曲排列，这个缺点就被改进了。但是，因为这个目的，必须增加一个浓度很高的高分子材料，结果，透射光就发生了散射，并且透射率降低了。另外，液晶分子在空间中的自由度降低了，并且响应速度也降低了。

在 FLC 中，虽然获得比向列液晶快大约 1000 倍的工作速度是可能的，但是因为它具有双稳定性，所以一个缺点是很难产生一个半色调的显示。另外，因为在一个普通使用的 Smc $\times$ 层中增加了一个人字形层结构，所以也存在一个问题，即容易出现一个锯齿排列的缺陷。通过使用高分子的液晶骨架中的相互作用，可以改进这些问题和缺陷。但是，通过相互作用，倾斜角度就减小了，并且也导致响应速度降低了。另外，也产生了一个问题，其中在 FLC 中很难获得一个均匀的排列，其中排列控制从一开始就很难。

不同于上面描述的工作模式，在垂直排列类型的 ASM 和 MVA 模式中，倾斜方向是通过在衬底表面上局部提供的排列调节结构成分来调节的。这样，诸如摩擦等界面排列处理是不必要的。另外，垂直排列是在没有施加电压并且在黑色显示的状态下完全从界面到达体。这

样，即使根据该实施例通过形成聚合物结构排列次序被打乱，由于反射率各向异性变化导致的对比度降得也很低。

然而，不同于 MVA 模式，在 ASM 模式中，当在衬底表面方向上任何分割的显示区域内发生倾斜时，在上下衬底之间产生大约  $90^\circ$  的扭曲排列状态。这样，不同于 MVA 模式，与前述 TN 模式类似，在排列稳定化时会有扭曲状态被打乱的问题。相应地，在添加剂数量和体倾角方面有很多限制，并且很难获使高分子稳定化的效果达到最大。另外，扭曲变化在排列时发生，从而妨碍了高速响应。

从上可看出，当光固化材料的对准稳定化技术被应用到 MVA 模式时，如果满足下列条件，可以首先达到最大效果：

1) 所有液晶分子的倾斜方向是通过在衬底表面局部提供的排列调节结构成分来调节的，并且响应操作通过液晶分子的倾斜来传播的。

2) 它们形成相列态相，没有扭曲变形，并且倾斜简单地发生在到衬底表面方向的单轴方向。

在其中排列调节结构组件是一个线性突出部分的情形下，如在 MVA 模式中，在排列调节结构组件上的液晶分子沿线性突出部分的延伸方向进行倾斜。其中在突出部分上的液晶分子的倾斜方向在突出部分延伸方向的角度方向上有  $180^\circ$  差异的地方就变为排列的一个极点。在其中在每一个域内的液晶分子在相对排列调节结构组件的延伸方向是垂直的方向上进行倾斜的情形下，如图 75 所显示的，如果这个极点的影响很大，那么显示区域的排列方向就在这个排列调节结构组件的延伸方向上进行漂移。如果这个光致固化材料被固化在这样一个状态下，这个聚合体结构的形成对排列就有干扰，对比度就降低了，并且一个显示就变为不平滑了。

为了解决这个问题，首先，使用这样一个方法来固化光致固化材料时，其中在排列调节结构组件上的液晶分子的倾斜角度很小，并且在排列调节结构组件的液晶分子和在一个间隔部分中的液晶分子之间发生的变形是在一个极线角度方向上进行漂移的一个喷射变形。即，当在排列调节结构组件上的液晶分子的倾斜角度是  $\theta_{pr}$ （这个角度是

LC分子与垂直状态之间的倾斜角度)时,当如图1B中所示出的光致固化材料被以满足  $0 \text{度} \leq \theta_{pr} < 45 \text{度}$  的状态来固化时,就可以获得一个很好的排列状态。

第二,在排列调节结构组件上的液晶分子的倾斜方向总是朝一个固定的方向,并且抑制了一个极点的产生。即,如果一个结构是这样的,其中在被作为边界的排列调节结构组件所划分的区域中的液晶分子的倾斜时,在朝向角度方向之间的一个角度不是  $180 \text{度}$  时,这个排列方向就被调节到在能量上稳定的一个方向上,并且抑制了能够干扰间隔部分中的排列方向的极点的产生。在这个时刻,所希望的是,从透射光来看,在这些区域中的液晶分子倾斜的时刻,在朝向角度方向之间的这个角度是  $90 \text{度}$ 。

第三,除了用于粗略调节一个显示区域的倾斜方向(传播方向)的这个排列调节结构组件外,合适的是,还可以增加在倾斜时刻能够抑制对朝向角度方向的干扰的一个附加排列控制因素。在传统的MVA系统中,例如,多个线性突出部分是相互平行排列的,并且通过倾斜的传播,在突出部分之间的一个间隔部分中的液晶分子的倾斜方向是与突出部分的延伸方向垂直的。所以,就产生了一个极点,并且当在突出部分边缘附近的朝向角度漂移时,这个倾斜状态就被传播了。所以,如果用于调节与这个延伸方向垂直的方向上的朝向角度的排列控制因素被附加地提供在突出部分之间的间隔部分中时,在这个显示区域中就能够获得一个很好的排列状态,而不会受到这个排列调节结构组件的排列状态的影响。

通过使用这个实施方式,在响应操作时刻进行的、液晶分子的倾斜的传播过程就不需要了,并且整个显示区域可以同时被倾斜。另外,这个液晶分子对一个电场的响应特性也可以被改进。特别地,在其中不对这个排列薄膜执行一个排列处理过程,例如摩擦的液晶显示器中,并且在这个显示器中,在施加了电压的情形下,液晶分子的总排列是被局部地提供的排列调节结构组件上来调节控制的,就可以实现一个非常高速度的响应特性。

下面，将描述具体的示例。

(示例 1-1)

Dainippon Ink 公司的液晶单 - 丙烯酸酯 (monoacrylate) 单体 UCL-001-K1 以 2.5% 的重量百分比被添加到具有负的介质各向异性的液晶材料 A 中，并且在被注入一个 MVA 单元后，在施加了一个 5V 的电压的情形下，它被使用紫外线光进行固化。这里，聚酰胺酸材料 X 被用作一个垂直排列薄膜，每一个的高度为 1.5 微米、其宽度为 10 微米的条 (突出部分) 被使用 Shipley 公司的抗蚀剂 LC-200 交替地提供，以制造一个 37.5 微米的间隔，并且一个单元间隙是 4 微米。一个驱动模式是通常情形下是黑色的。

图 3 示出了在这个示例中响应速度的测量结果。水平轴表示当从 0V 的电压开始施加了一个预定电压时所获得的透射率 (%)，并且垂直轴表示响应速度 (ms; 毫秒)。一个多边形线  $\alpha$  表示其中在液晶中没有添加一个光致固化材料的情形，一个多边形线  $\beta$  表示其中如上面所描述的添加了重量比为 2.5% 的光致固化材料时的情形。与其中没有添加光致固化材料的单元相比，其改进效果大大地超过了 2 倍。当使用 Otsuka Denshi Co. Ltd. 公司的一个亮度计 LCD-7000 测量一个暗状态下的透射率时，它是 0.017%，其值基本上与其中没有添加光致固化材料的情形所获得的值相等。

(比较示例 1-1)

Dainippon Ink 公司的液晶单 - 丙烯酸酯 (monoacrylate) 单体 UCL-001-K1 以 2.5% 的重量百分比被添加到具有正的介质各向异性的液晶材料 P 中，并且在被注入一个 TN 液晶单元后，在施加了一个 5V 的电压的情形下，它被使用紫外线光进行固化。这里，同质聚酰亚胺排列薄膜材料 Z 被用作一个排列薄膜，并且作为一个排列处理对上衬底和下衬底执行了一个摩擦处理过程。一个驱动模式是通常情形下是白色的。一个单元间隙是 4 微米。在这个时刻，与示例 1-1 类似，当使用 Otsuka Denshi Co. Ltd. 公司的一个亮度计 LCD-7000 测量一个暗状态下的透射率时，它是 0.41%，即，这个透射率是如在示例 1-1 中

所示出的单元中所观察到的透射率的 20 倍或者更高。为了使在暗状态下的透射率是 0.1% 或者更低,就必须施加大约 2V 的电压来促使固化。

图 4 示出了在这个比较示例中的响应速度的测量结果。水平轴表示所施加的电压 (V), 垂直轴表示响应速度 (ms)。一个多边形线 $\alpha$ 表示其中在液晶中没有添加一个光致固化材料的情形, 一个多边形线 $\beta$ 表示其中如上面所描述的添加了重量比为 2.5% 的光致固化材料时的情形。与示例 1-1 相比, 响应速度的改进大约是 20%, 并且其值低得多。

#### (示例 1-2)

在示例 1-1 的 MVA 单元中, 当观察施加了 5V 电压时的排列状态时, 在排列调节结构组件之间的间隔部分中观察到了由在如图 75 所示出的排列调节结构组件上产生的极点所引起的排列干扰。当在进行光学固化时, 排列状态相对施加电压的改变被测量, 并且可以获得一个很好的排列, 直到施加电压为 3V 时, 当从施加电压为 3.5V 时开始, 就可以很明显地看到对排列的干扰。

下面, 排列薄膜材料被改变到为一个聚酰胺酸材料, 这个材料的垂直排列能力比垂直排列薄膜材料 X 的垂直排列能力强得多, 并且当执行一个类似的实验时, 直到施加电压为 3.5V 时还可以获得一个很好的排列。

图 5 示出了在聚合物形成在这些单元中以前, 在排列调节结构组件上的液晶分子的倾斜角度与施加电压之间的关系。水平轴表示所施加的电压 (V), 垂直轴表示倾斜的角度 (度)。值为 90 度的倾斜角度 $\theta_{pr}$  是使用垂直排列薄膜材料 X 而在这个排列调节结构组件上获得最大透射率时的值。在这个图中, 多边形线 $\alpha$ 表示排列薄膜是用垂直排列薄膜 X 制造的一个情形, 而多边形 $\beta$ 表示这个排列薄膜是用垂直排列薄膜 Y 制造的一个情形。如从图 5 中可以清楚地看出的, 已经证实关于对排列的干扰是否产生的一个边界大约是倾斜角度 $\theta_{pr}$  为 45 度。

#### (示例 1-3)

图 6A 和 6B 示出了根据这个示例的一个 MVA 的一个示意图结构。图 6A 示出了从一个衬底表面的对面来观察这个单元的一个状态，图 6B 示出了沿图 6A 中的线 A-A 的一个剖面图。这个示例的 MVA 单元具有这样一个结构，其中除了用于粗略调节一个显示区域的倾斜方向（传播方向）的排列调节结构组件 4 和 6，还添加了在倾斜时用于抑制朝向角度方向的干扰的附近排列控制因素 5。

在图 6A 和 6B 中，一个液晶层 3 被密封在具有一个预定单元间隙并且被相互相对粘接在一起的两个玻璃衬底 1 和 2 之间。用 ITO 制造的透明电极（没有示出这些电极）分别被形成在两个相对衬底 1 和 2 的相对表面上。相互平行的、以节距为 70 微米进行排列的、线性突出部分的多个排列调节结构组件 4 被形成在这个衬底 1 的透明电极上。另一方面，其安排的节距与这个排列调节结构组件 4 的节距相同的、并且相对排列调节结构组件 4 移动了半个节距的、线性突出部分的多个排列调节结构组件 6 被形成在这个衬底 2 的透明电极上。排列调节结构组件 4 和 6 中的每一个的宽度是 10 微米，其高度是 1.5 微米。

在排列调节结构组件 4 之间的间隔部分中，每一个的高度为 0.3 微米的排列控制因素 5 在相邻的排列调节结构组件 4 之间以节距为 8 微米来进行延伸。与示例 1-1 类似的、用液晶单 - 丙烯酸酯单体混合的液晶被插入到液晶层 3 中，并且在施加了 5V 的电压时使用紫外线来被固化。垂直排列薄膜材料 X 被用作没有示出的排列薄膜，并且 Shipley 公司的抗蚀剂 LC-200 被用于形成所有排列调节结构组件 4 和 6 和排列控制因素 5 的材料。一个单元的间隙是 4 微米。

与示例 1-1 类似的，虽然在厚度为 1.5 微米的主排列调节结构组件 4 和 6 上产生极点的情形下执行了固化，但是没有产生如图 75 所示出的、在显示区域中的排列干扰。附带地说，在排列调节结构组件 4 和 6 之间的间隔部分中的液晶分子的倾斜方向与示例 1-1 相同。

#### （示例 1-4）

图 7 示出了从面对一个衬底表面的方向来观察根据这个示例的一

个 MVA 单元的一个示意图结构的一个状态。在图 7 中，一个液晶层 3 (没有示出) 被密封在具有一个预定单元间隙并且被相互相对粘接在一起的两个玻璃衬底 1 和 2 之间。用 ITO 制造的透明电极分别被形成在两个相对衬底 1 和 2 的相对表面上。例如，通过局部去除电极材料而形成的切口部分 8 和 9 被提供在衬底 1 的侧面上的透明电极 7 上。宽度为 5 微米并且连接一个矩形单元的相应相对侧面的中心点的十字形切口部分 8 用作一个排列调节结构组件 4。在一个角度为 45 度的倾斜方向上从切口部分 8 延伸的、并且宽度是 3 微米的多个切口部分 9 是按照节距为 8 微米而形成的，并且这些切口部分用作用于在倾斜时抑制对朝向角度方向的干扰的附加控制因素。

在所形成的一个单元中，这个衬底 1 和衬底 2 的表面上基本上全部被形成有 ITO，并且衬底 1 和 2 被相对粘接在一起，并且与这个示例 1-1 类似的、用液晶单 - 丙烯酸酯单体混合的液晶被密封，并且在施加了 5V 的电压的情形下被使用紫外线进行固化。垂直排列薄膜材料 X 被用作排列薄膜。单元间隙是 4 微米。

在施加了电压的情形下，间隔部分的液晶分子在与薄切口部分 9 的延伸方向平行的方向上倾斜，并且通过使用厚切口部分 8 作为边界而形成 4 个区域。在这个时刻，一个极点仅仅被形成在切口部分 8 的十字形部分的中心部分上，并且在其他地点没有观察到一个极点。在使用紫外线进行固化后，没有产生如图 75 所示出的排列干扰。

通过使用这个示例，在所有灰度显示中可以实现很高速度的响应特性，而一个好的排列状态被保持。

### [第二实施方式]

下面，将参考图 8A 到 18 来描述根据本发明的一个第二实施方式的一个液晶显示器。这个实施方式涉及一个液晶显示器，其中液晶分子在与一个排列调节结构组件，例如一个突出结构组件或者一个透明电极的一个切口部分的延伸方向成 0 度或者 45 度的方向上进行倾斜，并且通过使用光学固化，或者热固化制造的一个液晶骨架，或者一个



非液晶骨架而调节液晶分子的排列。

作为一个垂直排列类型 LCD，虽然使用一个排列调节结构的一个 MVA-LCD 进行了实际应用，但是有一个问题，因为突出结构成分周围的液晶分子的排列的干扰，而降低了光的透射率。为了解决这个缺陷，在日本专利事务所申请的一个专利申请（日本专利申请号 No. 2000-60200）中提出了一个极点控制类型的液晶显示器。形成一个极点控制类型的液晶显示器来控制液晶的一个极点的位置，以使能够抑制对液晶分子排列的干扰，并且抑制光透射率的下降。作为一个示例，提出了用一个十字形突出部分或者一个电极切口部分来作为一个极点控制部分。另外，作为改进光透射率的另一个方法，提出了一个方法，其中在一个透明电极上形成了一个微小的切口部分，并且液晶分子被倾斜成与切口部分平行以避免对排列产生干扰，以使可以避免光透射率的下降。

但是，根据上面的十字形突出部分或者电极切口部分，或者微小的突出部分或者微小的电极切口部分，有一个情形，其中会产生一个问题，即，与一般的 MVA-LCD 相比，虽然亮度被改进了，但是响应时间会变得很慢。下面将描述响应时间变慢的原因。

图 8A 到 13D 示出了液晶分子相对排列调节结构组件或者极点控制部分的排列状态。图 8A, 8C, 9A, 9C, 10A, 10C, 11A, 11C, 12A, 12C, 13A 和 13C 示出了被密封在相互相对放置的两个衬底 1 和 2 之间的液晶分子 10 的状态，并且是沿一个衬底表面的垂直方向进行剖面的图。图 8B, 8D, 9B, 9D, 10B, 10D, 11B, 11D, 12B, 12D, 13B 和 13D 示出了从衬底表面的垂直方向进行观察而获得的液晶分子 10 的状态。图 8A, 8B, 9A, 9B, 10A, 10B, 11A, 11B, 12A, 12B, 13A 和 13B 显示了没有施加电压的情形下，即其中在形成在衬底 1 和 2 的相对表面上的透明电极 11 和 12 之间的电压差为 0 的液晶分子 10 的状态，图 8C, 8D, 9C, 9D, 10C, 10D, 11C, 11D, 12C, 12D, 13C 和 13D 示出了施加电压下的状态。

首先，在图 8A 到 8D 中，在透明电极 12 上形成了一个切口部分

8。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在切口部分 8 附近的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来（见图 8C）。如图 8D 所示出的，倾斜的方向基本上与切口部分的延伸方向垂直。

类似地，在图 9A 到 9D 中，一个线形突出部分的一个排列调节结构组件 4 被形成在透明电极 12 上。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在排列调节结构组件 4 附近的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来（见图 9C）。如图 9D 所示出的，倾斜的方向基本上与排列调节结构组件 4 的延伸方向垂直。

在用于控制这个对排列的干扰的十字形突出部分或者切口部分或者微小的电极切口部分中，因为在相邻突出部分和切口部分之间的距离较短，倾斜的液晶分子的排列方向是重合的，并且液晶分子的倾斜方向也被改变了。例如，在图 10A 到 10D 中，在透明电极 12 上形成一个切口部分 8。与这个切口部分 8 相互垂直的一个切口部分 8' 被形成在一个透明电极 11 上。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在切口部分 8 和 8' 附近的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来（见图 10C）。如图 10D 所示出的，液晶分子 10 的倾斜的方向基本上与切口部分 8 和 8' 的延伸方向成 45 度角。因为改变倾斜方向需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

类似地，在图 11A 到 11D 中，一个线形突出部分的一个结构组件 4 被形成在透明电极 12 上。一个与结构组件 4 垂直的线形突出部分的一个结构组件 4' 被形成在透明电极 11 上。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在切口部分 8 和 8' 附近的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来（见图 11C）。如图 11D 所示出的，液晶分子 10 的倾斜的方向基本上与结构组件 4 和 4' 的延伸方向成 45 度角。因为改变倾斜方向需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

在图 12A 到 12D 中，一个微小的切口部分 9 被形成在透明电极 12 上。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在切口部分 9 附近

的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来。如图 12C 和 12D 所示出的，倾斜的方向基本上与切口部分 9 的延伸方向平行。因为改变倾斜方向需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

类似地，在图 13A 到 13D 中，一个微小的线形突出部分的排列控制因素 5 被形成在透明电极 12 上。当一个电压被施加到电极 11 和 12 之间时，在排列控制因素 5 附近的液晶分子 10 开始倾斜，并且液晶分子 10 的倾斜向周围扩散开来（见图 13C）。如图 13D 所示出的，倾斜的方向基本上与排列控制因素 5 的延伸方向平行。因为改变倾斜方向需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

另外，有一个情形，其中朝两个不同方向的微小的切口部分 9 或者排列控制因素 5 被提供在每一个点上，以实现一个很宽的视角。在这个情形下，因为液晶分子稳定地排列在具有不同方向的微小的切口部分 9 或者排列控制因素 5 的边界上需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

与上面的问题相对，在这个实施方式中，一个光固化或者热固化成分被混合在一个液晶化合物中，并且被注入到一个液晶面板中，在施加了一个确定电压后施加了光或者热，以使一个三维的结构可以由液晶中光固化或者热固化成分的固化材料组成。

在 MVA-LCD 中，除了在突出部分或者电极切口部分附近外，液晶分子被垂直排列。所以，在电压被改变的時刻，液晶分子的下落方向就不能够被决定，并且他们也不能够在任何方向上下落。另一方面，当提供了突出部分或者电极切口部分时，在施加了电压的情形下，附近的液晶分子开始在与这个突出部分或者液晶切口部分的延伸方向垂直的方向上开始倾斜，并且这个倾斜被连续地传播到相邻的液晶分子，以使在相同的方向上在相同的区域中液晶分子倾斜。

图 14A 和 14B 示出了从一个衬底表面的一个垂直方向来观察包括被形成在一个衬底 1 上的一个十字形突出结构组件 4 的一个液晶面板的一个状态。图 14A 示出了紧接在施加了电压后所获得的液晶分子

10 的状态。虽然在结构组件 4 附近的液晶分子 10 开始在与结构组件 4 的延伸方向垂直的方向上进行倾斜（以后，称作一个传播过程），因为液晶分子 10 的倾斜是从两个相互差 90 度的不同方向上进行传播的，最后，如图 14B 所示出的，液晶分子在与结构组件 4 的延伸方向成 45 度的方向上倾斜（以后称作一个再倾斜过程）。因为改变倾斜方向需要一定的时间，所以响应速度变得异常地慢。

如上面参考图 8A 到 14B 所描述的，因为所有的液晶分子 10 不使用朝最终方向的最小运动来对施加到液晶上的电场作出响应，所以响应速度变得很慢。然后，在施加的电压达到这样一个程度以使对比度不降低后，液晶分子 10 预先在一个排列的方向上倾斜。通过这，就去除了传播过程和再倾斜过程，并且在施加了电压后，所有的液晶分子 10 都移动到最终的排列，以使这个响应时间可以被缩短。附带地说，为了获得一个足够强的对比度，希望当从衬底 1 和 2 的表面来测量时，倾斜角度是 85 度或者更高。

作为一个预先倾斜液晶分子 10 的方法，一个光固化或者热固化单体被添加到液晶中，并且通过对单体进行聚合来形成一个固化材料。重量百分比为 0.1% 到 3% 的一个光固化或者热固化液晶或者非液晶树脂成分被预先混合在液晶中，并且被注入到一个液晶面板中，在施加了一定的电压的情形下，光或者热被施加到液晶面板上。因为在液晶树脂附近的液晶分子 10 记住了当施加电压时的状态，所以如上面所描述的，可以改进响应时间。

在微小的电极切口部分 9 的情形下，虽然传播过程几乎没有了，但是在朝向不同方向的切口部分 9 的边界上，在施加了电压后，液晶分子 10 就可以立即在两个方向上被倾斜，以使液晶分子 10 的排列会受到干扰。虽然这些液晶分子 10 最终固定到一个方向上，但是这个重新组织时间属于响应时间的一部分。如果通过光固化或者热固化液晶树脂，液晶分子 10 预先在液晶排列的最终状态的方向上倾斜，在施加电压后接着发生的对液晶分子 10 的排列的干扰就可以被避免，并且可以改进响应。

下面，将描述具体的示例。

(示例 2-1)

在对角线上为 15 英寸的一个 XGA 液晶面板被根据实验而制造。图 15 示出了其中从一个衬底表面的垂直方向来观察液晶面板的 3 个点的状态。例如，一个没有示出的 TFT 和透明电极（点电极）7 被形成一个衬底 1 的侧面，以一个预定节距安排的、与晶格类似的突出结构组件 4 被形成在点电极 7 上。一个光屏蔽薄膜 13，一个没有示出的颜色滤波器，和一个相对的电极被形成一个相对衬底 2 的侧面上。另外，其节距与晶格突出结构组件 4 的节距相同的、并且相对晶格突出结构组件 4 漂移了半个节距的、与晶格类似的突出结构组件 6 被形成在相对的电极上。

垂直排列薄膜材料 X 被用作一个未示出的排列薄膜。结构组件 4 和 6 是用 Shipley 公司的抗蚀剂 LC-200 制造的。作为液晶，Dainippon Ink 公司的液晶单 - 丙烯酸酯单体 UCL-001 被添加到具有负的介质各向异性的液晶材料 A 中，并且在被注入后，在施加了一个电压的情形下，它被使用紫外线光进行照射。

另一方面，作为一个比较示例，根据实验，制造了其中没有添加一个光固化或者热固化成分的一个液晶面板。图 16 示出了一个图，其中这个示例的液晶面板和比较示例的液晶面板被进行相互比较。水平轴表示透射率，垂直轴表示响应时间 (ms)。在图中的一个实线表示这个示例的液晶面板，而一个虚线表示比较示例的一个液晶面板。如从图 16 中可以清楚地看出的，根据这个示例，在所有透射率的范围内可以获得一个很短的响应时间，并且响应特性可以被显著地改进。

(示例 2-2)

在对角线上为 15 英寸的一个 XGA 液晶面板被根据实验而制造。图 17 示出了其中从一个衬底表面的垂直方向来观察液晶面板的 3 个点的状态。例如，一个没有示出的 TFT 和透明电极（点电极）7 被形成一个衬底 1 的侧面，如图中所示出的微小的切口部分 9 被形成在点电极 7 上。一个光屏蔽薄膜 13，一个没有示出的颜色滤波器，和一个

相对的电极被形成在一个相对衬底 2 的侧面上。

垂直排列薄膜材料 X 被用作一个未示出的排列薄膜。作为液晶，Dainippon Ink 公司的液晶单 - 丙烯酸酯单体 UCL-001 被添加到具有负的介质各向异性的液晶材料 A 中，并且在被注入后，在施加了一个电压的情形下，它被使用紫外线光进行照射。

另一方面，作为一个比较示例，根据实验，制造了其中没有添加一个光固化或者热固化成分的一个液晶面板。图 18 示出了一个图，其中这个示例的液晶面板和比较示例的液晶面板被进行相互比较。水平轴表示透射率，垂直轴表示响应时间 (ms)。在图中的一个实线表示这个示例的液晶面板，而一个虚线表示比较示例的一个液晶面板。如从图 18 中可以清楚地看出的，根据这个示例，在所有透射率的范围内可以获得一个很短的响应时间，并且响应特性可以被显著地改进。

### [第三实施方式]

将参考图 19 到 22 来描述根据本发明的第三实施方式的一个液晶显示器。为了改进在已经在现有技术中描述的、在 MVA-LCD 的突出结构组件附近的液晶分子的排列干扰所引起的光透射率的下降，并且改进在施加了电压时、从突出结构组件传播的液晶分子的倾斜方向的慢速度调节所引起的低响应速度，在第一和第二实施方式中已经描述了这个方法，其中在液晶中形成了聚合体结构，并且在施加了电压以预先调节这个液晶的倾斜方向的状态下，该聚合体结构被凝固，以避免排列干扰，并且实现响应速度的提高。

为了通过根据本发明的第一和第二实施方式来避免排列干扰，并且实现响应速度的提高，就需要在凝固后减小液晶分子的倾斜角度(一个平均预倾斜角度；在一个衬底的垂直方向上放置的液晶分子的预倾斜角度的一个平均值；附带地说，这个预倾斜角度是从衬底表面朝这个衬底的垂直线测量的一个角度)。但是，如果这个平均预倾斜角度减小了，即使在没有施加电压的情形下，黑色的亮度也就增加了，并且作为 MVA-LCD 的最大特征的很高的对比度就不能够被实现。

然后,在这个实施方式中,在使用固化材料来形成聚合体结构的时刻,对液晶面板来执行一个掩模的处理,以使仅仅是必要的部分被部分地作一个小预倾斜角度的一个低预倾斜区域,并且被固化,剩余的区域保持垂直对齐。

当仅仅是其中有干扰排列的部分,在突出结构组件上的一个部分,或者在一个总线上的一个部分在施加电压的情形下被固化,可以避免对液晶排列的干扰,并且液晶分子的倾斜方向的传播就更平滑了。另外,因为低预倾斜区域对这个单元的整个区域的比例很小,并且几乎是所有的区域被形成在光屏蔽区域中,所以就不会出现对比度的下降。

如果以固定的间隔来形成低预倾斜区域,这个区域所产生的排列调节力就也被传播到剩余的高预倾斜区域并且在施加了电压的情形下高预倾斜区域的液晶分子的运动也变得平滑了。通过这,可以避免对液晶的排列的干扰,并且可以实现响应速度的提高,而可以保持高的对比度。

下面,将描述具体的示例。

图 19 是示出根据这个实施方式的液晶面板结构的一个剖面视图。透明电极 11 和 12 被形成在具有一个预定单元间隙、并且相对安排的相对衬底 1 和 2 的相对表面上。

一个液晶被密封在透明电极 11 和 12 上。多个切口部分 8 (在图中示出了一个)被以一个预定节距形成在透明电极 12 上。多个线形排列调节结构组件 4 也以与切口部分 8 的节距相同的节距被形成在透明电极 11 上,并且与切口部分 8 有半个节距的偏移。

通过形成使用固化材料的聚合体结构,排列调节结构组件 4 和切口部分 8 变为低预倾斜区域 14,并且剩余的区域变为高预倾斜区域 15,其中液晶分子 10 保持基本上垂直的排列。如上面所描述的,如果即使在没有施加电压的情形下,液晶分子 10 在低预倾斜区域 14 中轻微倾斜,因为在施加电压后的液晶分子的倾斜方向是预先被决定的,所以这个倾斜的传播速度很快,并且不会发生对液晶分子的排列产生干扰。

下面,将使用图 20A 到 20D 来描述在如图 19 中所示出的液晶面

板结构中的低预倾斜区域 14 和高预倾斜区域 15 的一个制造方法。图 20A 示出了当紫外线 (UV 光) 被照射到一个液晶面板上时所使用的一个掩模 M 的一部分平面。在这个掩模 M 的一个预定位置提供了一个开口 O。图 20B 示出了其中使用一个掩模 M 来将 UV 光照射到一个液晶面板 P 上的一个状态。

在液晶面板 P 中, 作为一个光固化树脂材料, 重量百分比为 1% 的 Dainippon Ink 公司的液晶单 - 丙烯酸酯单体 UCL-001 被添加到液晶主材料中。例如, 一个值为 6V 的电压被施加在液晶面板 P 的液晶两侧上的电极之间, 并且通过一个定位的掩模 M 来执行紫外线照射。UV 光通过掩模 M 的开口 O 而照射到液晶面板 P 上的一个预定位置。通过这, 低预倾斜度区域 14 被形成在预定位置上。

下面, 在液晶两侧的电极被短路后, 如图 20C 所示出的, UV 光就被照射到整个表面上。通过这, 如图 20D 所示出的, 高预倾斜度区域 15 就被形成在没有示出低预倾斜度区域 14 的位置。

图 21 示出了根据本发明这个实施方式的液晶面板结构的另一个示例, 并且示出了其中从面对一个衬底表面的方向来观察两个相邻的液晶单元的一个状态。例如, 一个没有示出的 TFT 和一个点电极 7 被形成在一个衬底 1 的一个侧面。一个光屏蔽薄膜 13, 一个没有示出的颜色滤波器和一个相对的电极被形成在一个相对衬底 2 的一个侧面上。包括一个光固化树脂的液晶被密封在衬底 1 和 2 之间。

在一个没有被显示的、当一个光固化材料被使用 UV 光进行凝固时使用的光掩模 M 中, 一个开口 O 的形状是一个条形形状。通过使用这个掩模 M 用 UV 光来照射这个液晶单元, 如图 21 中所示出的, 就形成了每一个的宽度较小、并且相对点电极 7 的末端为倾斜地延伸的低预倾斜度区域 14。高预倾斜度区域 15 被形成在低预倾斜度区域 14 之间。

高预倾斜度区域 15 的液晶分子具有值为 89 度的一个预倾斜角度。在液晶被施加了一个 5V 的电压的情形下用 UV 光进行照射时, 低预倾斜度区域 14 的液晶分子的预倾斜角度为 85 度。通过使用这个结构,



如果一个电压被施加到这个点电极 7 和没有示出的相对电极之间时，因为在高预倾斜区域 15 中的液晶分子在预先在低预倾斜区域 14 中调节的方向上平滑移动，所以可以实现一个很高的工作速度，并且降低了因为点中结构组件的不规则性，水平电场的不规则性和类似的所产生的、对液晶的排列干扰。附带地说，所希望的是，在高预倾斜区域 15 中的平均预倾斜角度为 88 度或者更高，并且所希望的是，在低预倾斜区域 14 中的平均预倾斜角度为 45 度到 88 度。

在传统的 MVA-LCD 中，在从黑色到一个暗半色调的灰度改变中，施加电压的改变数量很小，并且液晶中电场的改变也很小，以使液晶分子的倾斜的传播速度很慢。根据这个实施方式，期望的是，也可以获得对传播速度下降进行改进的效果。因为在低预倾斜区域 14 中的阈值电压比较低，所以，预倾斜区域 14 首先在施加了低电压时进行响应。因为低预倾斜区域 14 的面积比例很小，即使在低预倾斜区域 14 在某个程度上变得很亮，整个亮度仍然很低。即，虽然整个面积的亮度很低，但是低预倾斜区域 14 的响应速度很快，并且在某个程度上具有很高的亮度。如上面所描述的，因为低预倾斜区域 14 的响应变为整个单元的响应，所以即使在一个低的灰度显示下也可以获得高速度的响应。附带地说，所希望的是，其平均倾斜角度为 88 度或者更高的高预倾斜区域 15 的面积为整个单元面积的 20% 或者更高。

图 22 示出了根据这个实施方式的液晶面板结构的另一个示例和一个比较示例，并且显示了其中从一个衬底表面的一个垂直方向来观察一个液晶表面中的两个点的一个状态。例如，一个没有示出的 TFT 和一个点电极 7 被形成在一个衬底 1 的侧面，以一个预定节距安排的、与晶格类似的突出结构组件 4 被形成在点电极 7 上。一个光屏蔽薄膜 13，一个没有示出的颜色滤波器，和一个相对的电极被形成在一个相对衬底 2 的侧面上。另外，其节距与晶格突出结构组件 4 的节距相同的、并且相对晶格突出结构组件 4 漂移了半个节距的、与晶格类似的突出结构组件 6 被形成在相对的电极上。

为了进行比较，这个实施方式的一个单元被制造在这个图中的左

侧，而一个传统结构的一个单元被制造在这个图中的右侧。首先，在右边的传统结构的单元中，在没有施加电压时，液晶分子是垂直排列的。在施加了电压时，液晶分子被强迫排列成与这个晶格突出结构组件 4 的突出壁垂直，并且不久以后，就改变成相对晶格为 45 度的方向。这样，具有晶格突出结构组件 4 和 6 的这个结构的响应速度很低，并且也容易出现对液晶的排列的干扰。

另一方面，在左边的这个单元改进了这个问题，并且低预倾斜区域 14 被形成在这个晶格突出结构组件 4 和 6 的周围。即，低预倾斜区域 14 被形成在每一个围绕部分中，每一个围绕部分被这个晶格突出结构组件 4 和 6 所围绕，并且低预倾斜区域 14 围绕在一个高预倾斜区域 15 的周围。然后，低预倾斜区域的液晶分子 10 被对齐并且沿相对这个晶格的延伸方向成 45 度的方向倾斜。通过这，在施加了电压时，因为这个表面的液晶分子 10 在这个 45 的方向上平滑地倾斜，所以，就可以获得一个高的响应速度，并且可以避免对液晶分子的排列产生干扰。另外，因为在没有施加电压时倾斜的液晶分子 10 仅仅是那些在与晶格类似的、突出结构组件 4 和 6 附近的液晶分子，所以也会大大减少对比度的下降。

低预倾斜区域 14 不仅可以如上面所描述的被形成为按一个条的形状或者一个晶格形状进行划分，而且也可以这样来形成低预倾斜区域 14，以使一个高预倾斜区域（例如，其平均预倾斜角度为 88 度或者更高）是低预倾斜区域中的点。

另外，低预倾斜区域 14 可以被自然地形成局限于结构组件 4 和 6 上，例如线形突出部分或者突出晶格，和局限于它们的附近，或者局限于切口部分 8 和 9 和它们的附近。

另外，虽然没有示出，低预倾斜区域 14 可以被自然地形成在一个门控总线上，一个数据总线上，或者被形成在位于液晶面板上的一个附加电容总线上。

另外，光掩模 M 被划分为具有多个透射系数的多个区域，并且通过在将一个预定电压施加到液晶面板 P 的整个表面上的情形下，执行

掩模曝光并且进行一个预定时间，同时，就可以自然地获得具有多个平均预倾斜角度的多个区域。

另外，所希望的是，包括在液晶化合物中的光固化单体的浓度是0.3%到3%的重量百分比。

#### [第四实施方式]

下面，将参考图23到24来描述根据本发明的第四实施方式的一个液晶显示器。在MVA-LCD中，通过使用排列调节结构组件来实现排列划分，当一个电压被施加到这个液晶单元时，就可以形成多个单方向排列的区域（域）。因为在每一个域中的液晶方向是不同的，所以在边界部分（区域壁）上就会发生液晶方向的连续过渡。在其中液晶分子在与衬底同平面的平面方向内旋转的一个过渡（平面内的过渡）的情形下，在与关系为尼科耳棱镜的上衬底和下衬底上排列的一个起偏振片的一个偏振轴重合的一个微小的区域中，因为入射光没有受到双折射的影响，所以它变为一个黑色的显示。另外，在这个平面内的过渡中，因为在这个区域中的液晶方向和区域壁的液晶方向是不同的，所以在这个区域的液晶方向上就会与一个理想的方向发生偏离（以后在这个实施方式中称作一个 $\phi$ 偏离），并且会发生透射率的下降。

图23示出了一个传统的MVA-LCD的一个剖面结构。图23示出了其中电极11和12被形成在相对衬底1和2的相对表面上的一个情形，并且用数量很多的液晶分子10组成的一个液晶层被形成在电极11和12之间。两个起偏振片（没有示出）被以垂直尼科耳棱镜的形式安排在每一个衬底1和2的外侧面上。作为一个排列调节结构组件，例如，其宽度为 $d=10$ 微米，高度为 $d_h=1.2$ 微米的一个线形突出部分4被形成在衬底12上。

根据这个结构，虽然其中液晶方向相互相差180度的两个区域被形成在线形突出部分4的两个侧面，如图中所显示的，但是在区域壁上发生了平面内的过渡，并且液晶分子10a和10b中的每一个的方向角度为45度（当面对一个衬底的表面来观察时，一个液晶分子的一个

主轴的角度)。线形突出部分 4 的延伸方向(在图中,与纸张平面垂直的方向)是一个标准方向,并且在其中起偏振片被放置在尼科耳棱镜的 45 度方向上的情形下,因为在液晶分子 10a 和 10b 附近没有发生双折射,所以就产生了一个黑色的显示,并且两个黑色线通常被产生在线形突出部分 4 的延伸方向的两个侧面。另外,在这个区域中的一个液晶分子 10d 的方向角度与这个区域壁中的一个液晶分子 10c 的方向角度差 90 度,在整个区域内发生了 $\phi$ 偏离,并且透射会出现损失。如上面所描述的,在传统的结构组件中,因为存在这个 $\phi$ 偏离,所以两个黑色线和透射率的下降是避免实现高亮度的很大因素。

就响应速度来说, MVA - LCD 具有很好的特性。但是,仅有一个问题,一个半色调的响应速度很慢。因为用于调节这个排列方向的区域仅在排列调节结构组件上,所以液晶倾斜的传播是在整个区域内发生的。这个传播速度决定于在排列调节结构组件上所产生的一个电场的梯度的幅度。这样,在一个半色调显示时,因为在调节结构对象上的电场梯度比较平缓,所以传播速度很低,并且最终,响应速度很慢。

另外,在这个区域中的 $\phi$ 偏离也对响应速度有影响。通过液晶分子在区域壁上的排列调节结构组件的延伸方向上倾斜(例如,图 23 的液晶分子 10c 到 10a, 或者 10c 到 10b), 在这个区域的液晶分子 10 的方向角度上发生了偏离。在这个响应过程中,在当所有的液晶分子 10 都倾斜时,因为产生和混合了具有一个任意偏离的一个区域,所以就发生了一个过程,其中形成了一个稳定的区域组。结果,除了所有液晶分子 10 被倾斜所需要的时间,也需要一个时间来将液晶分子固定在区域内,所以响应速度很慢。特别地,从全黑色到全白色而实现一个陡改变的响应就会产生一个瞬时的 $\phi$ 偏离。

图 24 示出了传统的 MVA - LCD 的剖面结构的另一个示例。这个结构与图 23 中所示出的结构相同,除了在图 23 中所示出的电极 12 上形成的不是线形突出部分 4,而是通过去除一个电极 12 上的一个电极材料来形成一个切口部分 8 来提供一个排列调节结构组件外。切口

部分 8 的功能与线形结构组件 4 类似，并且在图 24 中所示出的 MVA-LCD 也有一个问题，其中与前面类似，产生两个黑色线和一个 $\phi$ 偏离。

在这个实施方式中，通过使用在窄化黑色线和降低或者避免这个 $\phi$ 偏离上是有效的一个排列调节结构组件，并且通过使用一个排列调节结构组件来使一个电场梯度变得更陡峭，就可以在一个 MVA-LCD 中实现一个高的亮度和高速度的响应。

下面，将描述具体的示例。

(示例 4-1)

图 25 到 30 示出了这个实施方式的示例。

在图 25 中所示出的一个 MVA-LCD 与图 23 中所示出的结构相同，除了一个排列调节结构组件是用一个线形突出部分 16 而不是线形突出部分 4 组成外。在这个延伸方向的顶点附近，线形突出部分 16 具有多个微小的不规则部分。这个线形突出部分 16 的横切面形状是一个两峰形状，其中宽度  $d=10$  微米、高度  $d_h=2$  微米的一个条形状的上中心凹进去了。在两个峰之间的距离  $d_1$  是  $d_1=3$  微米，并且从下面的部分到两个峰的谷底部分的高度  $d_2$  是  $d_2=1$  微米。

图 26 中所示出的一个 MVA-LCD 与图 24 中所示出的结构相同，除了一个排列调节结构组件是用一个切口部分 17 而不是切口部分 8 组成外。这个切口部分 17 包括一个沿延伸方向的、很精细的条状电极 18。这个条状的电极 18 的宽度是  $d_3=2.5$  微米，并且被形成在宽度为  $d=10$  微米的切口部分的中心上。

线形突出部分 16 被形成在衬底 2 的电极 12 上，其节距是 70 微米，并且一个没有示出的排列薄膜被形成在整个表面上，其厚度是 0.05 微米。另一方面，具有条状电极 18 的切口部分 17 被形成在衬底 1 的电极 11 上，其节距是 70 微米，并且一个没有示出的排列薄膜被形成在整个表面上，其厚度是 0.05 微米。

下面，在上衬底和下衬底 1 和 2 被这样粘接，以使线形突出部分 16 和切口部分 17 被交替地排列，并且相互偏离了半个节距后就注入

液晶，以便可以准备好一个单元间隙为 4 微米的一个 MVA 单元。这个正抗蚀剂（S1808；Shipley Far East Co. Ltd. 公司制造的），垂直排列薄膜材料 X，和具有负介质各向异性的液晶材料 A 被分别用于制造线形突出部分 16 排列薄膜和液晶分子 10。

作为一个比较示例，准备了一个 MVA 单元，其中如图 23 所示出的线形突出部分 4 被以一个预定节距形成在衬底 1 的侧面上，并且如图 24 中所示出的切口部分 8 别形成在衬底 2 的侧面上，并且与线形突出部分 4 之间偏离了半个节距。在与这个示例的 MVA 单元的制造条件相同的条件下，制造了传统的 MVA 单元，除了线形突出部分和切口部分的剖面形状不同外。

图 27 和 28 示意图性地示出了根据这个示例的 MVA 单元的一个剖面。在这些图中，省略了上衬底和下衬底。线形突出部分 16 被放置在图 27 的左边的电极 12 上，而切口部分 17 被放置在右边。图 28 示出了当一个预定电压被施加到图 27 结构的电极 11 和 12 之间时所获得的、用等势线表示的一个电压分布。从这个图中可以很清楚地看出，在线形突出部分 16 的上部分上的等势线被改变，以使它在中心具有一个最大值，而在其右边和左边具有最小值。类似地，在切口部分 17 的下部分上的等势线被改变，以使它在中心具有一个最小值，而在其右边和左边具有最大值。即，在这个延伸方向上，在其中在垂直方向上的多个微小不规则部分被提供在顶点附近的线形突出部分 16 的上部分，和在切口部分 17 的上部分上，局部地形成微小区域，并且与在这个区域壁两侧面上的两个区域相邻。

另一方面，图 29 和 30 示意图性地示出了根据这个比较示例的 MVA 单元的一个剖面。这些图中的结构分别与图 27 和 28 中的结构相同。线形突出部分 4 被放置在图 29 的左边的电极 12 上，而切口部分 8 被放置在右边。图 30 示出了当一个预定电压被施加到图 29 结构的电极 11 和 12 之间时所获得的、用等势线表示的一个电压分布。从这个图中可以很清楚地看出，在线形突出部分 4 的上部分上的或者在切口部分 8 的下部分上的等势线才具有仅一个极值。如上面所描述的，

因为在线形突出部分 4 的上部分上的或者在切口部分 8 的下部分上的等势线才具有仅一个极值，所以如图 23 和 24 所示出的，有一个为 180 度的平面内过渡。

另一方面，根据这个实施方式，通过使用在线形突出部分 16 的顶部上的不规则部分或者在切口部分 17 上的条状电极 18，多个微小区域被局部地形成在线形突出部分 16 或者切口部分 17 上。这些微小区域的作用是将在线形突出部分 16 或者切口部分 17 上的液晶分子在这个延伸方向上进行倾斜。所以，根据这个实施方式的结构，在线形突出部分 16 或者切口部分 17 上的液晶分子在这个延伸方向上被比现有技术更强的排列调节力进行倾斜。通过这，传统的、180 度的平面内过渡被划分为两个液晶方向角度的、90 度的过渡，并且在这些相邻的区域之间的液晶朝向角度之间的一个角度差异变为很小了。结果，区域壁的过渡长度变短了，并且黑色线的窄化就被实现了。

附带地说，随着作为排列调节结构组件的线形突出部分 16 的上部分的不规则部分的数目或者切口部分 17 的条状电极 18 的数目变大，被形成在这些区域之间的微小区域的排列调节力变小了。结果，随着作为排列调节结构组件的线形突出部分 16 的上部分的不规则部分的数目或者切口部分 17 的条状电极 18 的数目变大，区域壁的过渡长度变短了，并且黑色线的窄化就被实现了。

另外，因为其中液晶分子在线形突出部分 16 或者切口部分 17 的延伸方向上被倾斜的这些微小区域的稳定性变高了，所以瞬时  $\phi$  偏离变轻微了，并且可以获得更好的响应特性。

根据这个示例的 MVA 单元，已经证实，与比较示例的传统 MVA 单元的透射率相比，其透射率已经改进了 10% 或者更多，并且与这个比较示例相比，其黑色线宽度已经变窄了 20% 或者更多。另外，从响应特性来说，已经证实，作为一个需要考虑的问题的、半色调的响应比比较示例的快 10% 或者更多。

总的来说，根据这个示例的结构包括了具有一个预定单元间隙并且被相对放置的一对衬底 1 和 2，被形成在这对衬底 1 和 2 的相对表

面上的电极 11 和 12, 作为排列调节结构组件的、具有在延伸方向上的顶部附近形成有不规则部分的线形突出部分 16 和通过去除电极 11 或者 12 的电极材料的一部分并且在延伸方向上提供了条状电极 18 的切口部分 17 中的至少一个, 被形成在这对衬底 1 和 2 之间的垂直排列薄膜, 和被密封在垂直排列薄膜之间的、并且具有负的介质各向异性的液晶层。

(示例 4-2)

图 31 到 33 示出了这个实施方式的一个示例。

根据图 31 中所显示的一个 MVA-LCD, 在图 24 所显示的这个 MVA-LCD 中, 一个导电线形突出部分 19 被形成在恰好在传统切口部分 8 上面的相对衬底上, 并且提供组合这个切口部分 8 和导电线形突出部分 19 就构造了一个排列调节结构组件。其它的结构与图 24 中所显示的 MVA-LCD 的结构相同。导电线形突出部分 19 的剖面形状是一个条状形状, 其峰的宽度  $d=5$  微米, 高度  $dh=2$  微米。切口部分 8 和导电线形突出部分 19 都被这样放置, 以使导电线形突出部分 19 的边缘线位于切口部分 8 的中心上。

通过在衬底 1 和 2 上形成电极 11 和 12 以前形成宽度和高度为一个预定值的一个绝缘体的一个线形突出部分, 接着在整个表面上形成一个电极材料, 并且对这个电极材料进行图案化制造, 就可以制造导电线形突出部分 19。这个导电线形突出部分 19 被提供在衬底 1 和 2 上, 其节距是 70 微米。另外, 在电极 11 和 12 上被去除的区域是在相邻导电线形突出部分 19 之间的、基本上在中心的位置, 并且放置了切口部分 8。下面, 一个没有被示出的排列薄膜被形成在整个表面上, 其厚度是 0.05 微米。

下面, 在上衬底和下衬底 1 和 2 被这样粘接, 以使一个衬底上的这个导电线形突出部分 19 与在另一个衬底上的切口部分 8 相对后, 就注入液晶, 以便可以准备好一个单元间隙为 4 微米的一个 MVA 单元。这个排列薄膜和液晶材料与示例 4-1 的这些材料相同。通过在使用一个正抗蚀剂组成的一个绝缘结构组件上形成一个透明导电薄膜, 就制



造了这个导电线形突出部分 19。

图 32 和 33 示意图性地示出了根据这个示例的 MVA 单元的一个剖面。在这些图中，省略了上衬底和下衬底 1 和 2 的显示。切口部分 8 被放置在图 32 的左边的电极 12 上，而导电线形突出部分 19 被放置在与切口部分 8 相对的位置上。因为在下一个示例中会描述图 32 的右边所示出的这个结构，所以在不描述它。图 33 的左边示出了当一个预定电压被施加到图 32 结构的电极 11 和 12 之间时所获得的、用等势线表示的一个电压分布。从这个图中可以很清楚地看出，在线形地连接这个线形突出部分 19 和切口部分 8 的一个区域中，在上衬底和下衬底之间所产生的电场变弱了。所以，即使这个电压被施加在电极 11 和 12 之间，因为一个足够强的、能够倾斜液晶分子的电场没有被施加到在导电线形突出部分 19 和切口部分 8 之间的液晶分子上，所以液晶分子不会在导电线形突出部分 19 和切口部分 8 的延伸方向上倾斜，而是保持垂直排列。通过这，在这个示例中的区域壁附近的液晶分子通过垂直过渡而被倾斜，在垂直过渡中，在基本上与导电线形突出部分 19 和切口部分 8 的延伸方向垂直的一个平面内，一个极向角度被连续地改变。即，这个区域壁的液晶的过渡是这样一个改变，以使在一个固定朝向角度的状态下，朝向角度从 0 度变为垂直状态，并且通过中心部分的垂直排列的液晶分子，这个朝向角度被反转 180 度。

与传统的切口部分结构相比，在这个结构组件上产生的电场的倾斜变得陡峭了，并且通过垂直过渡而不是平面内过渡，这个结构组件上的液晶分子在能量上是处于一个稳定状态。在垂直过渡中，在其中起偏振片被形成为垂直尼科耳棱镜并且相对这个排列调节对象的延伸方向为 45 度的情形下，在这个结构组件上黑色线的数目从 2 变为 1。这是因为没有一个区域中的入射光的方向是与液晶的方向重合，并且仅仅是其中位于中心部分的液晶变为垂直并且没有发生双折射的一个区域才有一个黑色线。另外，没有液晶分子沿线形突出部分的延伸方向下落，并且整个区域的液晶朝向变为理想朝向，并且不会发生  $\phi$  偏离。结果，在区域壁上的黑色线的数目从 1 变为 2，以使可以降低透射的

损耗，并且避免 $\phi$ 偏离，并且实现高的亮度。另外，因为通过这个电极切口部分和导电结构组件，在这个排列调节结构组件上的电场的梯度变陡峭了，所以这个区域的液晶的倾斜传播速度变快了，并且可以获得更好的响应特性。

根据这个示例的 MVA 单元，已经证实，与比较示例的传统 MVA 单元的透射率相比，其透射率已经改进了 20% 或者更多，并且与这个比较示例相比，其黑色线宽度已经变窄了 20% 或者更多。并且也证实，在这个区域中避免了 $\phi$ 偏离，与比较示例的区域的透射率相比，其透射率已经改进了 10% 或者更多，并且它基本上是一个理想值。另外，从响应特性来说，已经证实，作为一个需要考虑的问题的、半色调的响应比比较示例的快 10% 或者更多。

(示例 4-3)

图 32 到 34 示出了这个实施方式的一个示例。

图 34 中所示出的这个 MVA-LCD 与图 31 中所示出的 MVA-LCD 的结构相同，除了图 26 中所示出的切口部分 17 被提供，而不是提供图 31 中所示出的 MVA-LCD 的切口部分 8 外。但是，切口部分 17 的宽度  $d$  比图 26 中所示出的切口部分的宽度更长，并且在这个示例中， $d=22.5$  微米，切口部分 17 的中心部分的条状电极的宽度  $d_3$  是  $d_3=2.5$  微米。

图 32 的右边和图 33 的右边示意图性地示出了根据这个示例的 MVA 单元的一个剖面。切口部分 17 被放置在电极 11 上，并且导电形突出部分 19 被形成在与切口部分 17 相对的位置上。图 33 的右边显示了当一个预定电压被施加到图 32 的右边的电极 11 和 12 之间时所获得的、用等势线表示的一个电压分布。从这个图中可以很清楚地看出，因为这个区域壁的中心部分上的电场，即，在这个排列调节结构组件上的部分的电场比两个侧面区域的电场强度高，所以与这个区域中的液晶分子相比，在切口部分 17 和导电形突出部分 19 之间的液晶分子 10 被倾斜得更多。通过该切口部分 17 的边缘和导电形突出部分 19 所产生的高倾斜电场，这个倾斜方向基本上变为与在如图

34 所示出的切口部分 17 和导电线形突出部分 19 的延伸方向垂直的平面内的衬底表面平行。在这个区域壁上的液晶过渡将发生改变（水平过渡），其中在一个固定朝向角度的状态下，极向角度被慢慢地倾斜，并且通过中心部分的最大极向角度，这个朝向角度被反转 180 度。与传统的切口部分 8 相比，在导电线形突出部分 19 上所产生的电场的倾斜变得更陡峭了，并且通过水平过渡而不是平面内过渡，这个导电线形突出部分 19 上的液晶分子 10 在能量上是处于一个稳定状态。在水平过渡中，在其中起偏振片被形成成为垂直尼科耳棱镜并且相对这个排列调节结构组件的延伸方向为 45 度的情形下，在这个排列调节结构组件上黑色线的数目从 2 变为 0。这是因为没有一个区域发生双折射。另外，没有液晶分子 10 沿排列调节结构组件的延伸方向下落，整个区域的液晶朝向变为理想朝向，并且不会发生  $\phi$  偏离。结果，在区域壁上的黑色线的数目从 2 变为 0，并且透射的损耗降低了，并且避免了  $\phi$  偏离，实现了高的亮度。

另外，通过组合切口部分 17 和导电线形突出部分 19 而构造的这个排列调节结构组件的一个功能是改进响应特性。因为在区域壁中心部分的液晶分子 10 受到的电场的强度比区域中的电场强度高，所以与区域中的液晶分子 10 的倾斜相比，区域壁上的液晶分子 10 的倾斜更大。即，如图 34 所示出的，在区域壁上的一系列液晶排列过渡具有象一个喷射的一个排列畸变。所以，即使是一个半色调显示，因为通过用于调节液晶倾斜的传播速度的区域壁，液晶分子的电场的梯度变得更陡峭了，所以可以获得更好的响应特性。另外，通过将在黑色显示时所施加的电压设置到比一个预定阈值低，而不是 0V，并且通过在区域壁的部分中预先倾斜液晶分子 10，在区域壁部分中的液晶分子受到了一个倾斜方向上的电场，以使可以更显著地改善响应特性。

因为在这个示例的 MVA 单元中不存在黑色线，所以与比较示例的传统 MVA 单元的透射率相比，其透射率已经改进了 30% 或者更多。也证实，在这个区域中避免了  $\phi$  偏离，与比较示例的区域的透射率相比，其透射率已经改进了 10% 或者更多，并且它基本上是一个理想值。另

外，从响应特性来说，已经证实，作为一个需要考虑的问题的、半色调的响应不大于比较示例的一半。

根据上面这些示例的功能，操作和效果被显示在表 1 中，并且它们被与传统的示例相比。

表 1

	传统示例	示例 4-1	示例 4-2	示例 4-3
液晶过渡	平面内过渡	平面内过渡	垂直过渡	水平过渡
透射率	1	1.1	1.2	1.3
仅区域的透射率	1	1	1.1	1.1
区域的 $\phi$ 偏离	有	有	没有	没有
黑色线的宽度	1	0.8	0.8	0
响应速度	1	0.9	0.9	0.5

如上面所描述的，根据这个实施方式，通过使用在使黑色线变窄方面、在降低或者避免 $\phi$ 偏离方面很有效的排列调节结构组件，就可以在 MVA-LCD 中实现高亮度，并且改善响应特性。

#### [第五实施方式]

下面，将参考图 35 到 37 来描述根据本发明第五实施方式的一个液晶显示器。这个实施方式是对参考图 34 而描述的第四实施方式的示例 4-3 的液晶显示器的一个改进。

有一个情形，当靠近阈值电压的一个低电压区域内，具有用于实现水平过渡的结构的、示例 4-3 的液晶显示器可能不能够获得一个足够好的效果。因为在阈值电压或者更低电压时，在区域壁上的液晶分子 10 的倾斜方向不能够比区域中的液晶分子 10 的倾斜方向更大，所

以它们变得不稳定了。另外，即使电压是阈值电压或者更高的电压，当在区域中的液晶分子 10 很难被倾斜时，它们也类似地变为不稳定了。在这个不稳定状态，产生了一个问题，即，发生 $\phi$ 偏离的可能性变高了，并且不能够获得对响应特性有一个足够好的改善效果。

另外，图 34 中所示出的这个结构具有一个缺陷，即，制造容限非常小。当由于粘结上衬底和下衬底 1 和 2 而发生的一个粘结偏离导致分别被形成在上衬底和下衬底上的这个排列调节结构组件（切口部分 17 和导电线形突出部分 19）的位置发生了偏离时，在相邻区域之间的平衡就不存在了，并且会偏离一个理想水平过渡。特别地，产生了一个问题，即，很容易发生 $\phi$ 偏离，并且也不能够充分地获得高透射率。另外，当因为粘接偏离而在相邻区域之间的 $\phi$ 偏离的幅度变为不同时，就产生了一个问题，即，显示变模糊，或者不能够获得所希望的响应特性。

在这个实施方式中，通过使用其中很难产生粘接偏离并且即使在低电压的区域中也能够获得一个稳定的水平过渡的一个排列调节结构组件，可以实现高的亮度和高速度的响应，而不会使制造容限变小。

下面，将描述具体的示例。

（示例 5-1）

图 35 和 36 示出了这个实施方式的一个示例。

图 35 中所示出的一个 MVA-LCD 与图 34 中所示出的 MVA-LCD 的结构相同，除了图 34 中所示出的 MVA-LCD 中的导电线形突出部分 19 被一个导电线形突出部分 20 替代外。但是，切口部分 17 的宽度  $d$  比图 26 中所示出的切口部分的宽度更长，并且在这个示例中， $d=22.5$  微米，切口部分 17 的中心部分的条状电极的宽度  $d_3$  是  $d_3=2.5$  微米。

这个导电线形突出部分 20 是这样的，以使在一个图案化的酚醛树脂清漆或者丙烯酸感光树脂上形成一个透明导电薄膜。图 36 示出了一个状态，其中是从与这个延伸方向垂直的方向来观察导电线形突出部分 20 的尖端部分。如图 36 中所示出的，其中不规则性在延伸方向上

被重复的一个不规则部分 21 被形成在导电线形突出部分 20 的顶点附近。不规则部分 21 的宽度（周期）是  $d_4=6$  微米，高度（垂直差异）是  $d_5=0.3$  微米。通过在对这个感光树脂进行后烘烤后使用辐射能量大约是  $5000\text{mJ}/\text{cm}^2$  ( $\lambda=254\text{nm}$ ) 的紫外线进行照射而产生的热收缩，就形成了这个不规则部分 21。

被提供在导电线形突出部分 20 的顶部的不规则部分可以被看作是在与这个导电线形突出部分 20 的延伸方向垂直的方向上延伸的多个微小线形突出部分。这样，在这些微小线形突出部分附近的液晶分子 10 被对齐在这些微小线形突出部分的延伸方向上。

所以，通过使用这个示例的排列调节结构组件（切口部分 17 和导电线形突出部分 20 的组合），另外在低电压区域中，通过导电线形突出部分 20 的不规则部分 21 的作用，在区域壁上的液晶分子 10 就有可能与这个延伸方向垂直。通过这，就可能能够避免或者减少在传统结构中容易发生的  $\phi$  偏离，并且也可以改进响应特性和透射率。另外，因为在区域壁上施加了一个新的排列调节力，所以也可以降低因为粘接偏离而产生的  $\phi$  偏离。所以，通过使用这个排列划分结构，可以安全地保证有比较宽的制造容限，并且也可以显著地改进响应特性和透射率。

作为一个比较示例，准备了如图 34 中所示出的 MVA 单元。这个 MVA 单元与这个示例的 MVA 单元具有相同的结构，除了它具有导电线形突出部分 19 外。另外，在当前示例和比较示例这两个示例中，为了证实对粘接偏离的容限，也制造了其中粘接发生了偏离的单元。作为一个排列观察的结果，根据这个示例的 MVA 单元，与比较示例相比，在低电压区域中发生的  $\phi$  偏离变小了，并且可以获得更好的透射率和响应特性。另外，已经证实，当发生粘接偏离时所产生的  $\phi$  偏离也被减少了。

#### （示例 5-2）

图 37 示出了这个实施方式的一个示例。

在如图 37 所示出的一个 MVA-LCD 中，这个导电线形突出部分 20 没有被形成在如图 35 所示出的 MVA-LCD 的衬底 1 上，而是切

口部分 17 被形成在衬底 1 和 2 上，并且其节距是 70 微米。然后，厚度为  $d_6=0.5$  微米的、具有一个正抗蚀剂的一个介质层 22 被形成在不是包括条状电极 18 的切口部分 17 的区域中的电极 12 上，并且厚度为 0.05 微米的一个垂直排列薄膜（没有示出）被形成在其上。上衬底和下衬底 1 和 2 被粘接在一起，以使切口部分 17 被交替排列，并且液晶被注入，以便可以准备一个单元间隙为 4 微米的 MVA 单元。

通过使用这个示例的排列调节结构组件，就可以实现其中不会产生因为粘接偏离而导致的问题的、对水平过渡的排列划分。因为去除两个相对排列调节结构组件和粘接衬底的一个步骤可以被简化，所以可以获得一个比较高的制造成品率。作为排列观察的结果，在这个示例的 MVA 单元中，已经证实在不是低电压的区域中不会产生  $\phi$  偏离，并且也避免了在比较示例中会发生的、因为粘接偏离而产生的  $\phi$  偏离。

如上面所描述的，即使粘接衬底时发生了偏离，通过使用使水平过渡在能量上更稳定的排列调节结构组件，就可以实现高亮度和高速度的响应特性，而不会使 MVA-LCD 的制造容限变小。

#### [第六实施方式]

下面，将参考图 38A 到 43 来描述根据本发明第六实施方式的一个液晶显示器。根据这个实施方式的液晶显示器是其中一个绝缘线形突出部分被安排作为一个排列调节结构组件的一个 MVA-LCD，并且这个液晶显示器的一个特征是，一个电极被形成在这个线形突出部分上。另外，一个电势，例如降低相对在相对衬底的侧面的一个电极上的一个电势差被施加到这个线形突出部分的电极上。例如，与相对电极的电势相同的电势被施加了。通过这样做，即使一个电压被施加在这两个衬底的电极之间，在这个线形突出部分上的液晶分子垂直排列，而不会在线形突出部分的延伸方向上倾斜。通过这，在区域壁附近的液晶分子在垂直过渡内倾斜，其中极向角度在基本上与这个线形突出部分的延伸方向垂直的平面内被连续地改变。即，在区域壁上的液晶过渡发生改变，其中在固定朝向角度的状态下，极向角度从 0 度

趋向垂直，并且通过在中心部分垂直排列的液晶分子，朝向角度被反转 180 度。

下面，将描述具体的示例。

(示例 6-1)

图 38A 和 38B 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。图 38A 示出了沿一个面板表面的一个垂直方向的一个面板剖面，图 38B 示出了从这个面板表面的垂直方向来观察的一个状态。透明电极 11 和 12 被形成在具有一个预定单元间隙、并且被相互相对排列的一对衬底 1 和 2 上。包括数量很多的液晶分子 10 的一个液晶层被密封在透明电极 11 和 12 之间。多个线形突出部分 4 被形成在透明电极 12 上，并且具有一个预定节距。多个线形突出部分 6 被形成在透明电极 11 上，其节距与线形突出部分 4 的节距相同，并且相对线形突出部分 4 来说偏离了半个节距。两个起偏振片（没有示出）被以垂直尼科耳棱镜的形式安排在每一个衬底 1 和 2 的外侧面上。线形突出部分 4 和 6 的单元间隙是 4 微米，高度是 1.5 微米，其宽度为 10 微米，并且间距（节距）为 25 微米。

电极 22 和 23 被形成在相应线形突出部分 4 和 6 的顶部。与被施加到相对电极 11 上的电势相同的电势被施加到线形突出部分 4 上的电极 22 上。与被施加到相对电极 12 上的电势相同的电势被施加到线形突出部分 6 上的电极 23 上。

例如，当 0V 被施加到衬底 1 的电极 11 上时，并且 +5V 的电压被施加到衬底 2 的电极 12 上时，根据通过作为排列调节结构组件的线形突出部分 4 和 6 的作用而在液晶层中产生的电场强度的畸变，液晶分子 10 被倾斜。但是，因为在相应线形突出部分 4 和 6 上的电极 22 和 23 上的电势是与相对电极的电势相同的，所以与没有施加电压的状态相同的状态被保持在相应线形突出部分 4 和 6 上。这样，在相应线形突出部分 4 和 6 上的液晶分子 10 没有倾斜，而是垂直排列。通过这，在区域壁附近的液晶分子在垂直过渡内倾斜，其中极向角度在基本上与这个线形突出部分 4 和 6 的延伸方向垂直的平面内被连续地改变。



根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 5.2%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 77（毫秒）。

（示例 6-2）

图 39A 和 39B 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。图 39A 和 39B 所示出的一个液晶面板与示例 6-1 的液晶面板的结构相同，除了在线形突出部分 6 上的电极 23 被从在图 38A 和 38B 中所示出的示例 6-1 的液晶面板去掉外。

例如，当 0V 被施加到衬底 1 的电极 11 上时，并且 +5V 的电压被施加到衬底 2 的电极 12 上时，根据通过作为排列调节结构组件的线形突出部分 4 和 6 的作用而在液晶层中产生的电场强度的畸变，液晶分子 10 被倾斜。但是，因为在相应线形突出部分 4 的电极 22 上的电势是与相对电极的电势相同的，所以与没有施加电压的状态相同的状态被保持在相应线形突出部分 4 上。这样，在相应线形突出部分 4 上的液晶分子 10 没有倾斜，而是垂直排列。但是，因为在相应线形突出部分 6 上的液晶分子 10 被倾斜，所以在这个区域壁附近的液晶分子 10 被倾斜成靠近垂直过渡的一个状态，虽然其角度比示例 6-1 的小。根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 5.0%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 105（毫秒）。

（示例 6-3）

图 40A 和 40B 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。图 40A 和 40B 所示出的一个液晶面板与示例 6-1 的液晶面板的结构相同，除了所提供的是切口部分 8，而不是在图 38A 和 38B 中所示出的示例 6-1 的液晶面板的线形突出部分 4 外（切口宽度是 10 微米）。

例如，当 0V 被施加到衬底 1 的电极 11 上时，并且 +5V 的电压被施加到衬底 2 的电极 12 上时，根据通过作为排列调节结构组件的线形突出部分 6 和切口部分 8 的作用而在液晶层中产生的电场强度的畸变，液晶分子 10 被倾斜。但是，因为在相应线形突出部分 6 的电极 23 上的电势是与相对电极的电势相同的，所以与没有施加电压的状态

相同的状态被保持在相应线形突出部分 6 上。这样，在相应线形突出部分 6 上的液晶分子 10 没有倾斜，而是垂直排列。但是，因为在切口部分 8 上的液晶分子 10 被倾斜，所以在这个区域壁附近的液晶分子 10 被倾斜成靠近垂直过渡的一个状态，虽然其角度比示例 6-1 的小。根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 5.0%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 110（毫秒）。

（示例 6-4）

图 41 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。在图 41 所示出的这个液晶面板中，线形突出部分 6 被形成在一个电极 11 上，并且具有一个预定节距，线形突出部分 4 被形成在与线形突出部分 6 相对的一个电极 12 上。电极 22 被形成在每隔一个的线形突出部分 4 上，电极 23 被形成在每隔一个的线形突出部分 6 上，并且相对它们来说偏离了半个节距。其它的结构与在图 38A 和 38B 中所示出的示例 6-1 的液晶面板的结构相同。

与被施加到相对电极 12 上的电势相同的电势被施加到线形突出部分 4 上的电极 22 上。与被施加到相对电极 11 上的电势相同的电势被施加到线形突出部分 6 上的电极 23 上。即，这个结构是这样的，以使被提供了电极的导电线形突出部分被放置在作为排列调节结构组件的线形突出部分 4 和 6 的相对侧面上，并且排列调节结构组件的顶部上没有电极。

例如，当 0V 被施加到衬底 1 的电极 11 上时，并且 +5V 的电压被施加到衬底 2 的电极 12 上时，0V 被施加到作为导电线形突出部分的线形突出部分的电极 23 上，+5V 的电压被施加到作为导电线形突出部分的线形突出部分 4 的电极 22 上。通过这样做，排列调节力变强了，并且显示的响应速度变快了。根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 4.8%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 90（毫秒）。

（示例 6-5）

图 42 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。在图

42 所示出的这个液晶面板中，线形突出部分 6 被形成在一个电极 11 上，并且具有一个预定节距，导电线形突出部分 24 被形成的节距与线形突出部分 6 的节距相同，并且相对线形突出部分 6 来说偏离了半个节距。通过将一个电极 11 堆叠在预先形成的介质突出部分上，就形成了导电线形突出部分 24。

另外，线形突出部分 4 被形成在一个电极 12 上，其节距与线形突出部分 6 的节距相同，并且导电线形突出部分 25 被形成的节距与线形突出部分 4 的节距相同，并且相对线形突出部分 4 来说偏离了半个节距。通过将一个电极 12 堆叠在预先形成的介质突出部分上，就形成了导电线形突出部分 25。衬底 1 和 2 是这样被粘接在一起，以使线形突出部分 6 和导电线形突出部分 25 相对，线形突出部分 4 和导电线形突出部分 24 相对。其它的结构与在图 38A 和 38B 中所示出的示例 6-1 的液晶面板的结构相同。

因为这个示例的工作与示例 6-4 的工作相同，所以省略其描述。根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 4.8%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 90（毫秒）。

#### （示例 6-6）

图 43 是示出根据这个示例的一个液晶面板结构的剖面图。在图 43 所示出的这个液晶面板的结构与图 42 中所示出的示例 6-5 的结构相同，除了导电线形突出部分 24 和 25 在与这个延伸方向垂直的方向上的剖面的形状不同外。

导电线形突出部分 24 和 25 在与这个延伸方向垂直的方向上的剖面的形状的特征是，上侧面比下侧面长，并且导电线形突出部分 24 和 25 中每一个的上表面的面积比与其上放置了突出部分的点电极相互接触的一个表面的面积大。通过这样做，突出部分的排列方向就变得更稳定了，并且显示的响应速度可以进一步被提高。附带地说，通过使用一个负的感光材料进行过度曝光，就可以形成导电线形突出部分 24 和 25。

另外，可以通过在形成颜色滤波器时成堆地形成颜色滤波器层，

并且在其上形成透明电极，就可以形成导电线形突出部分 24 和 25。所以，可以形成导电线形突出部分 24 和 25，而不会增加制造步骤。根据这个示例，可以获得这样的面板特性，其中面板透射率是 4.8%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 70（毫秒）。

（传统示例）

一个传统的 MVA-LCD 被形成，其中线形突出部分被形成在相对的衬底上，并且相互偏离半个节距。面板结构参数，例如单元间隙，与示例 6-1 的结构参数相同。面板透射率是 4.8%，并且从黑色到 25% 的灰度显示的响应速度是 120（毫秒）。

根据上面这些示例的功能，操作和效果被显示在表 2 中，并且它们被与传统的示例相比。

表 2

	传统 示例	示例 6 - 1	示例 6 - 2	示例 6 - 3	示例 6 - 4	示例 6 - 5	示例 6 - 6
面板透射率(%)	4.8	5.2	5.0	5.0	4.8	4.8	4.8
半色调响应时间 (毫秒)	120	77	105	110	90	90	70

### [第七实施方式]

下面，将参考图 44 到 54 来描述根据本发明第七实施方式的一个液晶显示器。为了改善一个 MVA-LCD 的透射特性，提出了一个系统，其中一个结构组件或者一个切口部分的液晶排列朝向与一个间隔部分（两个结构组件之间的区域）的液晶排列方向相差 45 度。例如，可以通过在如图 44 所示出的上衬底和下衬底上形成晶格状排列调节结构组件 4 和 6，将上衬底和下衬底上形成的结构组件 4 和 6 安排成相互偏离半个节距，并且将结构组件 4 和 6 的每一个的高度降低到大约为传统 MVA-LCD 的高度的一半，就可以实现这样的系统。在上衬底和下衬底的侧面的两个起偏振片被安排成垂直尼科耳棱镜的形

式，并且是这样被安排，以使这两个偏振轴与结构组件 4 和 6 的延伸方向垂直或者平行。通过这样做，在这个区域中的液晶排列的方向和在这个排列调节结构组件上的液晶排列的方向之间的偏差可以比传统 MVA-LCD 的方向偏差小。这样，液晶分子与区域中理想方向的偏差可以变小，并且黑色线的数目可以变为 1，并且可以改善透射率。

但是，在这个系统中，虽然与传统类型的 LCD 相比，其透射率可以被改进，但是产生了一个问题，即，响应速度变慢。然后，通过使用一个高速照相机就观察到了一个单元的响应状态。图 45A, 45B, 45C, 46A, 46B, 46C, 46D, 47A, 47B, 和 47C 示出了在施加了电压为一个预定时间后，一个单元的响应状态的结果。在图 45A 到 47F 中，每一个图示出了被如图 44 所示出的排列调节结构组件 4 和 6 所划分的多个区域。图 45A 到 45C 依次示出了从开始施加电压 0 毫秒，12 毫秒，和 16 毫秒后的响应状态。图 46A 到 46D 依次示出了 20 毫秒，40 毫秒，100 毫秒和 200 毫秒后的响应状态。图 47A 到 47C 依次示出了 400 毫秒，500 毫秒，和 700 毫秒后的响应状态。

通过这些观察结果，已经了解到，下面的这 3 个因素是使响应变慢的因素。

1、（见图 46A 的问题 2）已经看到，在这个响应的开始阶段，一个复杂的光学图案出现在间隔的中心部分，并且它吸收周围的亮度，并且随着时间的增加，而逐渐变亮。已经发现，这样的原因是在间隔部分的中心部分附近的液晶分子在响应的开始阶段没有跟随结构组件的排列调节，并且是被随机地排列地，但是，随着时间的增加，它们从其中的排列已经被结构组件所调节的液晶分子接收了倾斜的传播，并且逐渐地排列到结构组件的排列方向上。

2、（见图 46A 的问题 3）在非常靠近这个结构组件或者切口部分的区域中，在响应发生后，不是一个垂直部分的区域就立即变为黑色，并且随着时间的增加而变亮。已经发现，发生这个现象的原因是在响应发生后，这个区域的液晶分子的排列方向就立即与这个线形结构组件或者切口部分的延伸方向垂直（90 度），并且其后，排列被变为 45

度。

3、(见图 46B 的问题 1) 已经发现, 在响应发生后, 在这个结构组件或者切口部分上的区域中, 排列矢量的多个极点就立即出现在垂直部分和不是它的区域中, 随着时间的增加, 出现在不是垂直部分的区域中的极点被移动, 以进行相互吸引并且最后消失。进一步, 根据这个移动和极点的消失, 周围的亮度会发生改变(3 个黑色线变为 1 个黑色线)。这个的原因将在下面被描述。在施加了电压的时刻, 在这个线形结构组件或者切口部分上的液晶分子被强迫排列在与这个线形结构组件或者切口部分的延伸方向平行的方向上。这里, 例如, 在一个线朝右边和左边延伸的情形下, 有两个情形, 即, 一个左边的方向和一个右边的方向, 其中液晶分子是平行地排列的。在这个结构组件或者切口部分的垂直部分附近, 因为实现了其中一个排列矢量的极点被稳定地形成这样一个排列控制状态, 所以液晶分子的排列方向被根据这个而决定为在一个方向上。但是, 在不是垂直部分的区域中, 没有装置来决定液晶排列的方向。这样, 就可以想象到, 在响应发生后, 在不是垂直部分的区域中的液晶分子就随机地在两个方向中的一个方向上倾斜, 以使在不是垂直部分的区域中产生了极点, 其后, 排列状态根据垂直部分的排列方向而发生改变, 并且垂直部分内可以形成稳定的极点, 不是垂直部分上的极点的极点最终将消失。

总的来说, 使响应变慢的原因可以分为 3 个因素, 即, 间隔部分中的随机排列, 在结构组件附近的垂直排列, 和在不是晶格的垂直部分的区域中产生的极点的改变(移动和消失)。

然后, 根据这个实施方式, 为了改进通过被提供在衬底上的线形突出部分或者切口部分控制液晶排列的、MVA-LCD 的响应特性, 在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子被变为不是垂直排列, 即使在没有施加电压时。通过这, 在没有施加电压时, 可以预先决定在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的倾斜方向。

结果, 在施加了电压后, 因为在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子跟随预先决定的倾斜方向, 所以可以去除在传统的 MVA-

LCD 中会出现的、极点的移动和消失。

另外，在施加了电压时，在与线形突出部分或者切口部分相邻的区域上的液晶分子被强迫排列在相对线形突出部分或者切口部分的延伸方向成 45 度的方向上。这个时刻，因为在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子在预先决定的方向上倾斜，所以在与这个相邻的区域中的液晶分子可以将排列从这个倾斜方向平滑地变为偏差 45 度的方向。通过这，上面的问题 2 和 3 可以被改进，并且可以提高响应速度。

附带地说，为了获得具有高对比度的一个亮显示，在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的排列方向相对在施加了电压时区域中液晶分子的排列方向成 45 度角是合适的。另外，一个起偏振片的偏振轴也被放置在相对这个区域中液晶分子的排列方向成 45 度角是必要的。如果在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的排列方向相对这个区域中液晶分子的排列方向成 45 度角，偏振轴的方向就与在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的排列方向重合，并且就不会出现光的泄漏。如果在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的排列方向偏离了偏振轴的方向，在黑色显示时就会出现光的泄漏。这样，作为避免光泄漏发生的一个方法，线形突出部分或者切口部分中的至少一个，和它们的相对部分可以被屏蔽。

另外，在施加了电压时，线形突出部分或者切口部分可以用作边界，并且相邻液晶区域的排列方向可以相互相差大约 90 度。在没有施加电压时，在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的排列方向与这个线形突出部分或者切口部分的延伸方向相等。另外，在没有施加电压时在线形突出部分或者切口部分上的液晶分子的预倾斜角度出现的方向，与在施加了电压时在线形突出部分或者切口部分的侧面上的液晶区域的排列方向的差异是 90 度或者更少。

下面，将描述具体示例。

(示例 7-1)

将参考图 48A 和 48B 来描述根据这个示例的一个液晶面板结构。图 48A 和 48B 示出了从面对这个衬底表面的方向来观察根据这个示例

的一个液晶面板的一个状态,图 48A 示出了在没有施加电压时的状态,而图 48B 示出了在施加电压时的状态。

晶格状排列调节结构组件 4(6)被形成在具有一个 ITO 电极的一个衬底上。感光丙烯酸树脂被用作一个结构材料。通过将树脂旋转涂在衬底上,并且在 90°C 下烘烤 20 分钟(使用干净的烘烤箱),通过使用一个光学掩模来进行选择性地紫外线照射,用一个有机碱性显影剂(重量百分比为 0.2% 的 TMAH 溶液)进行显影,在 200°C 下烘烤 60 分钟(使用干净的烘烤箱),就可以形成一个结构图案。这个结构组件 4(6)的宽度是 5 微米,高度是 0.74 微米,晶格节距是 40 微米。

通过使用一个排列薄膜来直接涂覆这样获得的衬底,而不执行灰化处理,这个排列薄膜被没有选择性地形成在结构组件 4(6)上。垂直排列薄膜材料 X 被旋转涂在衬底上,并且在 110°C 预烘烤 1 分钟后(使用一个热的盘),就在 180°C 下烘烤 60 分钟(使用干净的烘烤箱)来进行这个基本烘烤。使用这个方法而形成的这两个衬底被相互地粘接在一起,以使晶格节距被相互偏离半个节距,以形成一个单元,具有负介质各向异性的液晶材料 A 被注入到衬底之间。单元间隙是 4 微米。这个单元的排列状态被观察,并且被示出在图 48A 中,已经证实,在没有施加电压时,在结构组件 4 和 6 上的液晶分子 10 没有垂直排列。附带地说,在这个排列调节结构组件或者在相对部分上的排列薄膜的厚度可以比其中没有排列调节结构组件的区域中的排列薄膜的厚度小。

下面,作为一个比较示例,制造了一个面板,其中在涂覆这个排列薄膜以前,在一个氧气等离子体气氛下,对这个衬底进行了 1 分钟的灰化处理,以使这个排列薄膜也被形成在这个结构组件上。

下面,用一个高速照相机观察这两个的响应状态。下面参考图 45A 到 47F 来再描述观察结构。图 45A, 45B, 45C, 46A, 46B, 46C, 46D, 47A, 47B, 和 47C 示出了在这个比较示例中施加了电压为一个预定时间后,这个单元的响应状态的结果。图 45D, 45D, 45F, 46E, 46F, 46G, 46H, 47D, 47E, 和 47F 示出了在这个示例中施加了电压为一



个预定时间后，这个单元的响应状态的结果。附带地说，为了理解这些图，在图 45D, 45D, 45F, 46E, 46F, 46G, 46H, 47D, 47E, 和 47F 的相应图中，需要被注意的区域被用圈来围绕。

首先，在没有施加电压时，在这个示例中，虽然在这个结构组件上的液晶分子没有垂直排列，因为这个方向与偏振轴的方向相等，所以与其中结构组件上的液晶分子是垂直排列的比较示例类似，出现了一个黑色的显示状态（见图 45A 和 45D）。

下面，当对施加了电压后结构组件附近的亮度进行比较时，在结构组件附近的整个区域在这个示例中在 12 毫秒后也变亮，而在比较示例中，仅垂直部分附近变亮（见图 45B 和 45E）。

另外，当对施加了电压后结构组件上形成的极点的状态进行比较时，在这个示例中，除了结构组件的垂直部分外，其它部分不会出现极点，而极点也被形成在垂直部分之间的一个线形部分内，并且应理解，在 700 毫秒或者更多 这样长的时间后极点才消失（见图 47C 和 47F）。

下面，在图 49A 和 49B 中示出了响应速度的测量结果。图 49A 是一个图，其中水平轴表示相对透射率（%），垂直轴表示响应速度（毫秒）。附带地说，当所施加到液晶的电压是 5.4V 时，相对透射率是 100%。图 49B 用数字形式示出了在相应的相对透射率（%）的测量点测量的响应速度。从图 49A 和 49B 中可以清楚地看出，在这个示例中，在任何灰度显示下，可以获得比比较示例的响应速度快的响应速度，并且这完全与图 45A 到 47F 所示出的高速照相结果相应。通过这，可以理解，通过这个实施方式可以改进响应特性。

（示例 7-2）

图 50A 示出了根据这个示例的一个面板结构，而图 50B 示出了根据一个比较示例的一个面板结构。除了下面这些外，这个示例与图 48A 和 48B 所示出的示例 7-1 的面板结构相同。在图 50B 所示出的比较示例中，宽度相等的、晶格状排列调节结构组件 4 和 6 被形成在上衬底和下衬底上。另一方面，在这个示例中，如图 50A 所示出的，晶格

状排列调节结构组件 34 和 36 的宽度在延伸方向上被改变。晶格状排列调节结构组件 34 和 36 比较厚的部分的宽度是 5 微米，而比较薄的部分的宽度是 2 微米。通过这，在结构组件 34 和 36 上的液晶排列可以被控制并且可以处于一个确定的方向上。这里，在相同衬底上的结构组件的交叉部分的厚度是最厚的，在结构组件上的液晶排列可以被控制在位于区域的液晶排列的 90 度内（在这个示例中是 45 度）。与在这个比较示例中相同，在结构组件的宽度是固定的情形下，因为没有一个相对延伸方向的方向可以被设置为结构组件上液晶分子的倾斜方向，所以有一个情形，其中结构组件上液晶分子的倾斜方向相对在施加了电压时间间隔部分的排列方向的角度为 90 度或者更多（在这个图中，黑色的液晶分子）。在这个情形下，如图 45D, 45D, 45F, 46E, 46F, 46G, 46H, 47D, 47E, 和 47F 的中心下部分（在一个圆部分的外面的下面的部分）所显示的一个排列异常被观察到了，并且透射率降低了。但是，通过如这个示例中的、改变结构组件的宽度，可以为结构组件的液晶排列设置一个所希望的稳定方向，以便可以抑制透射率的下降。

（示例 7-3）

图 51A 示出了从面对一个衬底表面的方向来观察根据这个示例的一个液晶面板的一个状态。图 51B 示出了沿图 51A 中线 A-A 的一个剖面。除了晶格状排列调节结构组件 4 和 6 的高度发生了改变外，这个示例的面板结构与如图 48A 和 48B 所示出的示例 7-1 的面板结构相同。在这个示例中，在相同衬底上的结构组件的交叉部分的厚度是最厚的，高部分的高度是 1.2 微米，而低部分的高度是 0.5 微米。在图 51B 中，衬底 2 上的晶格状排列调节结构组件 4 的交叉部分 37 的高度是最高的。与示例 7-2 类似，另外也通过这个示例的结构，在结构组件上的液晶排列可以被稳定地设置到一个所希望的方向，并且可以抑制透射率的下降。

（示例 7-4）

图 52A 和 52B 示出了根据这个示例的一个面板结构。图 52A 示出

了从面对一个衬底表面的方向来观察根据这个示例的一个液晶面板的一个状态。图 52B 示出了沿图 52A 中线 A-A 的一个剖面。除了多个微小结构组件 40 被形成在晶格状排列调节结构组件 4 和 6 上一个排列薄膜 41 被形成在其上外，这个示例的面板结构与如图 48A 和 48B 所示出的示例 7-1 的面板结构相同。

如图 52A 所示出的，当从面对一个衬底表面的方向来观察时，每一个微小结构组件 40 具有一个等腰三角形的形状。这些微小结构组件 40 被这样排列，以使等腰三角形形状的底边朝向结构组件 4 和 6 的交叉部分 37 的侧面。通过这，因为在结构组件上的液晶排列可以被稳定地设置为一个所希望的方向，就可以抑制透射率的下降。

(示例 7-5)

将参考图 53 来描述这个示例。在图 53 中，执行紫外线照射，而衬底 1 和 2 被选择性地用一个光掩模 M 来屏蔽，以使仅结构组件 4 和其相对部分被紫外线照射。紫外线的波长是 254nm，照射量大约是  $5000\text{mj}/\text{cm}^2$ 。通过这，在结构组件 4 上的液晶分子 10 的预倾斜角度可以基本上是 0 度（液晶分子 10 基本上被排列成与衬底表面平行）。在预倾斜角度是 0 度的情形下，就不会出现因为倾斜角度有差异而导致透射率下降的情形。

(示例 7-6)

将参考图 54 来描述这个示例。这个示例与示例 7-1 的结构相同，除了下面的不同外。在结构组件 4 和 6 上选择性地执行一个摩擦处理过程。摩擦方向 46（在这个图中用箭头表示）与线形结构组件 4 和 6 的延伸方向平行，并且按照从交叉部分 37 的内部到外部的顺序来执行这个处理。通过这，因为在结构组件 4 和 6 上的液晶排列可以被稳定地设置为一个所希望的方向，就可以抑制透射率的下降。

如上面所描述的，根据这个实施方式，通过被提供在衬底上的结构组件或者切口部分，就可以改进用于控制液晶排列的、液晶显示器中的响应特性。

### [第八实施方式]

下面，将参考图 55 到 62 来描述根据本发明第八实施方式的一个液晶显示器。这个实施方式显示了能够改进一个 MVA-LCD 的显示响应速度的一个液晶面板的最佳结构条件。一个传统 MVA-LCD 的液晶面板条件的一个示例是这样的，以使单元间隙  $d$  是 4 微米，并且液晶的  $\Delta n$ （相对折射率各向异性）是 0.0822。在传统的 MVA-LCD 中，因为当从前面观察时一个对比度的比例是很高的，一个视角特性是很宽的，并且在白色和黑色之间的响应特性也是很快的，那么它作为一个 PC（个人计算机）的一个禁止图象监视器或者类似的是非常好的。但是，因为在半色调（灰度）的响应速度不是很好，所以如果它被用作处理运动图象的一个监视器，就会出现这样一个情形，其中会出现“图象留影”或者“显示模糊”。

图 55 和 56 是解释需要被这个实施方式所解决的一个问题。在图 55 中，水平轴表示所获得的透射率（%），而垂直轴表示响应速度  $T_{on}$ （ms；毫秒），并且在 MVA-LCD 中，这个图示出了从其中开始的透射率大约是 0% 并且一个显示屏幕是全黑色的一个 0 灰度到一个预定灰度所获得的透射率的响应速度  $T_{on}$ 。

在图 56 中，水平轴表示在灰度发生改变后的开始透射率（%），并且垂直轴表示响应速度  $T_{off}$ （ms），并且在 MVA-LCD 中，这个图示出了从一个预定灰度到其中所获得的灰度大约是 0% 的全黑色的一个显示屏幕的响应速度  $T_{off}$ 。

从图 55 中可以清楚的看出，有一个半色调，在这个点上，从黑色显示改变到灰度（半色调）的显示的响应速度  $T_{on}$  超过了 100 毫秒。另外，从图 56 中可以清楚的看出，有一个半色调，在这个点上，从半色调改变到黑色的显示的响应速度  $T_{off}$  超过了 20 毫秒。特别地，使用低响应速度  $T_{on}$ ，当液晶监视器被用于产生一个运动图象显示时，就会发生线（拖尾）图或者类似的，并且不能够获得一个满意的运动显示。

使用垂直排列液晶分子的 MVA 系统使用一个 ECB 效果（电场控

制双折射效果)，并且一般来说，与这个电光特性相关的响应速度 $\tau$ 由下面的表达式给出。

$$\tau_r = \eta_i d^2 / (\epsilon_0 \times |\Delta\epsilon| V^2 - K_{33} \pi^2)$$

$$\tau_d = \eta_i d^2 / (K_{33} \pi^2)$$

$\tau_r$ : 上升时间 (MVA: 黑色→白色)

$\tau_d$ : 下降时间 (MVA: 白色→黑色)

$\eta_i$ : 粘度参数

$K_{33}$ : 弹性参数 (弯曲)

$d$ : 单元间隙

$\epsilon_0$ : 相对介电常数

$\Delta\epsilon$ : 介电常数各向异性 (液晶材料)

$V$ : 所施加的电压

上面的表达式意味着，如果液晶材料的粘度参数变低，单元间隙变小，液晶材料的介电常数各向异性变大，所施加的电压变高，或者弹性常数变小，液晶单元的响应速度 $\tau$ 就变小，并且MVA-LCD的响应性能就被改进。

传统地，是通过降低MVA-LCD的单元间隙 $d$ 和减小液晶的粘度来增加响应速度的。特别地，从上面的表达式可以清楚地看出，如果单元间隙 $d$ 变小，就可以实现平方减小的效果。

但是，如果简单地将单元间隙 $d$ 变小，液晶单元的透射率就降低，并且液晶监视器或者类似的显示就会变黑。为了避免这个问题，以补偿小的单元间隙 $d$ ，就必须使用具有较大 $\Delta n$ 的液晶。但是，在具有较大 $\Delta n$ 的并且具有一个负的介质各向异性的液晶材料中，其粘度就容易变得比较大，并且也需要将这个因素降低到最小。

另外，在MVA-LCD中，即使单元间隙 $d$ 被简单地变小，或者施加的电压被变高，如在前面描述的实施方式中所指出的，会出现一个情形，其中响应时间 $\tau$ 不能够被在作为排列调节结构组件的线形突出部分(条)或者切口部分附近所产生的液晶分子的排列偏离( $\phi$ 偏离)变高。为了避免这个问题并且使单元间隙 $d$ 变小，就需要提供能够满

足各种条件的一个排列调节结构组件。

附带地说，一般来说，当单元间隙  $d$  变小时，将液晶注入到在两个相对玻璃衬底之间的空间所需要的时间就变长了。特别地，MVA 系统所使用的垂直排列类型液晶的粘度参数很容易变得比较大，并且液晶注入的时间就变长了。所以，当 MVA-LCD 中的单元间隙  $d$  变小时，与 TN 类型 LCD 或者类似的相比，就会产生一个问题，即，在批量生产时会出现缺陷。这样，就需要引入一个 MVA-LCD 制造方法，其中即使单元间隙  $d$  变小时，在批量生产过程中也不会出现缺陷，并且制造成本也是相等的或者更少。

图 57 是示出一个液晶显示器的响应特性与单元间隙（单元厚度）之间的关系的一个图。水平轴表示所获得的透射率（%），垂直轴表示响应速度  $T_{on}$ （ms）。表 3 示出了在如图 57 的图的相应单元厚度上，所获得的透射率与响应速度  $T_{on}$  之间的关系。附带地说，图 57 和表 3 中所示出的 MVA-LCD 的液晶材料，一个条状排列调节结构组件的条高度和条宽度，条的间隙宽度是在与具有如图 55 和 56 的特性的 MVA-LCD 的相同条件下被制造的。

[表 3]

透射率 (%)	单元厚度 = 2 $\mu$ s	单元厚度 = 3 $\mu$ s	单元厚度 = 4 $\mu$ s
2.5	52	103	180
5	36	72	132
10	30	68	121
15	24	61	112
25	19	47	85
50	26	29	55
75	55	20	38
100	122	45	18

如图 57 和表 3 所示出的，当单元间隙  $d$  变小时，在所获得的透

射率靠近 0% 的侧面上，响应速度变高了。但是，在所获得的透射率是 100% 的点上，响应速度不必要地变高了。这是因为当单元间隙  $d$  变小时，在施加了一个高电压（例如，5V）的情形下，就施加了一个强度过强的电场，以使会发生一个过度的排列，并且需要时间来固定液晶分子的排列方向。随着单元间隙  $d$  变小时，过度的电场被施加，以使响应速度的最小点移动到获得的低透射率的一边。作为如上面所描述的各种测量的结果，已经发现，在单元间隙  $d$  变小的情形下，对响应速度的影响不是简单地用单元间隙  $d$  的平方来出现，而是对实现一个高速度响应的影响比这还大。

附带地说，与其它液晶材料相比，具有一个负的介质各向异性的一个液晶材料的材料设计相对来说比较难。这样，作为令人满意地用于在提供了 TFT 作为开关元件的一个有源矩阵类型显示器的一个运动图象显示器的一个液晶材料， $\Delta n$  的上限是 0.15 到 0.17。

作为各种测量的结果，已经发现了可以获得与现有技术的透射率相等的透射率的条件，并且可以在一个半色调显示时获得高速度响应。首先，已经发现，为了满意地处理一个运动图象显示，单元间隙  $d$  是 2 微米或者更小是合适的，并且需要被使用的液晶材料的  $\Delta n$  是 0.1500 或者更大。

另外，在 ECB 类型，例如 MVA 系统的液晶单元的情形下，因为透射率与延迟  $\Delta n \times d$  相关，非常大的  $\Delta n \times d$  就不能够被采用。作为各种测量的结果，已经发现了作为其中可以实现高速度响应而保持 MVA 系统的特性的范围，其中  $\Delta n \times d$  是从 0.30nm 到 0.42nm 的范围是比较合适的。

为了获得具有负的介质各向异性和大的  $\Delta n$  的液晶，下面的方法是有效的（1）引入具有较大的  $\Delta n$  的一个负成分化合物，或者（2）使用具有较大的  $\Delta n$  的中性材料化合物。

在条件（2）的情形下，使用没有二苯乙炔系成分（tolan system component）的液晶材料是所希望的。如果使用了一个二苯乙炔系化合物，液晶单元的稳定性和使用寿命就降低了。所以，对需要满足严

格电气特性的一个有源矩阵 LCD 来说, 没有二苯乙炔系成分的一个液晶材料是比较好的。这样, 所希望的是, 使用由包括不饱和键的一个液晶化合物构造的液晶材料。

另外, 当在施加了电压时, 液晶单元中的液晶分子在两个或者多个方向上倾斜时, 响应特性和视角特性就变得更好了, 并且一个多区域结构是所希望的。为了在施加电压时, 在多个区域中和在多个方向上倾斜液晶分子, 所希望的是, 一个排列调节结构组件, 例如一个条或者一个突出部分, 被形成在两个相对衬底中至少一个的一个衬底表面上, 或者通过部分地去除一个点电极而形成的一个切口状图案的一个排列调节结构组件被形成。

一般来说, 在 MVA-LCD 中, 排列调节结构组件, 例如条或者突出部分, 被形成在这两个相对衬底上, 或者排列调节结构组件, 例如条或者突出部分, 被形成在这一个衬底上, 并且通过部分地去除一个电极而形成的一个切口状图案的一个排列调节结构组件被形成在另一个衬底上。

就响应速度来说, 已知的是, 在这两个相对衬底上形成排列调节结构组件, 例如条或者突出部分, 是合适的。另外, 在这个实施方式的、其中单元间隙  $d$  变小的液晶面板中, 在排列调节结构组件, 例如条或者突出部分, 被形成在这两个相对衬底上的情形下, 就可以非常确定地获得高速度响应。

图 58 是示出在一个液晶显示器的一个条的高度与对比度系数之间的关系的一个图。水平轴表示条的高度(微米), 垂直轴表示对比度系数。表 4 示出了在图 58 的相应单元厚度下, 在条的高度与对比度系数之间的关系。附带地说, 图 58 和表 4 中所示出的 MVA-LCD 的液晶材料是具有一个负的介质各向异性的液晶材料 A, 并且在单元间隙  $d = 4$  微米的一个面板的条之间的间隔宽度是 25 微米, 并且在单元间隙  $d = 2$  微米的一个面板的条之间的间隔宽度是 15 微米。条的宽度都是 10 微米。

从图 58 和表 4 中可以看出, 为了使对比度系数很高, 应理解, 条



的高度也是很重要的。即使条的高度等于 1.5 微米，在液晶单元的单元间隙  $d$  比较大时，因为 1.5 微米的条的锥形（倾斜部分）的影响很小，所以在黑色显示时，在光泄漏的情形下，它不被考虑，并且对比度系数很高。在其单元间隙  $d = 4$  微米的面板中，如果条的高度是 1.7 微米或者更少，就可以保持很高的一个对比度系数。另一方面，当单元间隙  $d$  变为 2 微米时，当条的宽度是 1.5 微米时，光的泄漏就更高了。在单元间隙  $d$  变小时，因为光泄漏相对条的高度来说的容限区域变小了，所以为了保持一个高的对比度系数，就需要使条的高度等于单元间隙  $d$  或者更小。

[表 4]

条的高度	对比度系数	
	单元厚度 = 4 微米	单元厚度 = 2 微米
0.3	701	674
0.5	692	658
0.7	680	645
1.0	638	593
1.2	655	380
1.4	620	212
1.7	613	181

就排列调节结构组件的条的高度来说，在其单元间隙  $d = 4$  微米的传统 MVA-LCD 中，它是 1.3 微米到 1.5 微米。如果其单元间隙  $d$  比较小的、这个实施方式的液晶面板的条的高度被形成为与传统的条的高度相等，在这个条上的垂直排列薄膜就在相对衬底之间产生很强的作用，并且在黑色状态下的光泄漏会发生，以使在一个监视器显示器上的黑色电平被降低，并且对比度系数被降低（见图 58 和表 4）。另外，当考虑到隔柱的离散或者类似的因素时，为了保持均匀的单元间隙，所希望的是，条的高度比较小，并且批量生产中的成品率也很

好。所以，所希望的是，实现高速度响应的并且在批量生产中也是有利的条的高度是1微米或者更小。

图59到61是示出在间隔宽度（节距）与一个液晶显示器的响应特性之间的关系的图。水平轴表示所获得的透射率（%），垂直轴表示响应速度  $T_{on}(ms)$ 。图59示出了单元间隙  $d = 4$  微米的一个情形，图60示出了单元间隙  $d = 3$  微米的一个情形，图61示出了单元间隙  $d = 2$  微米的一个情形。表5到7分别显示了在图59到61的图的相应间隔宽度的情形下，在所获得的透射率和响应速度  $T_{on}$  之间的关系。图59到61和表5到7中所示出的MVA-LCD的液晶材料，条高度和条宽度是在与具有如图55和56的特性的MVA-LCD的相同条件下被制造的。

从图59到61和表5到7可以清楚地看出，当单元间隙  $d$  变小时，因为在施加了电压时会发生对液晶排列的干扰，并且响应速度  $T_{on}$  会降低，所以在相邻排列调节结构组件之间的间隔宽度需要比传统情形的25微米更小。

在如图57中所示出的单元间隙  $d = 4$  微米的传统情形下，因为响应特性没有一个最小点，如图59中所示出的，如果间隔宽度变小，响应特性就朝它们应改进的方向进行改进。

在如图60和61中所示出的单元间隙  $d = 3$  微米或者2微米的情形下，在响应特性有一个最小点的情形下，间隔宽度变小是有效的。可以想到，这是因为产生了控制排列的条的作用。可以想到，因为应被排列在平面内理想方向上的液晶分子阻止在单元间隙方向上的电场强度，所以例如，即使一个5V的电压被施加在液晶两个侧面的衬底之间，也没有产生一个过剩的排列改变，以使单元间隙的作用就产生了。已经发现，在单元间隙  $d = 3$  微米的情形下，当间隔宽度是20微米或者更小时可以抑制一个最小点的产生，在单元间隙  $d = 2$  微米的情形下，当间隔宽度是15微米或者更小时可以抑制一个最小点的产生。

附带地说，间隔宽度很小并不总是很合适的。这涉及到液晶单元的透射率 and 对比度系数。例如，当一个5V的电压被施加到液晶单元

上时，随着透射率变高，显示就变亮了。当在条之间的间隔宽度变小时，透射率就变低了。另外，当间隔宽度变小时，每单位面积的条区域就增加了。例如，如果每一个 LCD 的点的条的数目变得很大，在黑色显示下的光泄漏部分就变大了，并且对比度系数降低了。这是因为条的锥形部分被倾斜了，并且液晶分子没有被排列在相对衬底的垂直方向上，以使虽然光泄漏的数量很小，但是光泄漏了，并且结果，对比度系数降低了。

即，当每单位面积的条数目变小时，显示性能在透射率和对比度系数两个方面都被改进了。但是，从响应速度的角度来说，为了避免产生一个最小点，有相对单元间隙而获得的一个最佳间隔宽度。

[表 5]

单元厚度 = 4 微米	间隔宽度 = 10 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 15 $\mu\text{m}$	间隔宽 度 = 20 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 25 $\mu\text{m}$
2.5	93	150	161	180
5	68	107	116	132
10	60	95	106	121
15	57	88.1	97	112
25	44	64	75	85
50	27	43	46	55
75	21	28	35	38
100	17	16	17	18

[表 6]

单元厚度 = 3 微米	间隔宽度 = 10 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 15 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 20 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 25 $\mu\text{m}$
2.5	68	72	88	103
5	47	50	59	72
10	42	47	55	68
15	39	42	48	61
25	32	33	38	47
50	20	23	26	29
75	18	19	23	20
100	17	17	19	45

[表 7]

单元厚度 = 2 微米	间隔宽度 = 10 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 15 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 20 $\mu\text{m}$	间隔宽度 = 25 $\mu\text{m}$
2.5	33	41	47	52
5	28	32	34	36
10	27	29	28	30
15	22	24	22	24
25	21	22	18	19
50	19	21	17	26
75	18	19	36	55
100	17	21	70	122

图 62 是示出了在条宽度和面板透射率之间的关系的一个图。水平轴表示条宽度（微米），垂直轴表示在施加的电压是 5V 时面板的最大透射率（%）。表 8 示出了在图 62 的图中相应的单元间隙下，在条宽度与透射率之间的关系。附带地说，其单元间隙  $d=2$  微米的液晶面板的液晶材料是后面所提到的液晶 C，在相邻条之间的间隔宽度是 15

微米，并且条的高度是 0.8 微米。另一方面，其单元间隙  $d=4$  微米的液晶面板的液晶材料是液晶 A，在相邻条之间的间隔宽度是 25 微米，并且条的高度是 1.5 微米。

[表 8]

条宽度 (微米)	透射率 (%)	
	单元厚度=4 微米	单元厚度=2 微米
3	8.4	20.4
5	17.6	20.8
10	22.3	18.7
15	20.2	15.6
20	14.6	13.9

当在条之间的间隔宽度变小时，根据这个，就需要形成一个相对比较长的条宽度。当条宽度比较小时，透射率的损耗区域就变小了。但是，条宽度也与条之间的间隔相关，并且在间隔宽度比较大的情形下，如果条宽度没有大到那个程度，就不能够获得在理想方向上的排列。如在这个实施方式中的，当单元间隙  $d$  变小时，间隔宽度也变小了，并且所以，就也有可能来减小条宽度。作为测量的结果，如图 62 和表 8 所示出的，已经发现，为了排列的稳定性和避免亮度的损失，包括制造容限的条宽度仅仅是 3 微米或者更小。

在制造其单元间隙  $d$  比较小的液晶面板的情形下，在一个传统的制造方法中（真空浸渍注入方法），注入时间是比较长的，从问题的考虑来说，制造成本增加了。然后，在根据这个实施方式的液晶显示器的制造中，一个下滴注入方法被使用。这个下滴注入方法的优点是，其注入时间可以被缩短，特别地，尺寸比较大的、并且间隔变窄的一个液晶显示器大大地利用了这个优点的有利面。

另外，可以使用包括一个液晶化合物的液晶材料，这个液晶化合物适合用于下滴注入方法并且在真空下具有很高的挥发性，并且通过引入液晶化合物，具有负的介质各向异性的液晶材料的旋转粘度 ( $\gamma_1$ )

可以变小，并且响应速度可以被改进。

就在真空中具有很高挥发性的液晶化合物来说，因为通过在 TN 类型 LCD 的传统真空浸渍注入过程中的挥发而改变了液晶材料的组合比例，所以这个化合物被判断为不适合批量生产，并且也没有被使用。但是，虽然在真空浸渍注入方法中，这个液晶被放入真空中的时间长达大约 6 到 7 个小时，但是在下滴注入方法中，液晶放入真空的时间仅仅是大约 1 分钟，这个时间非常短。这样，就可以使用在真空中会挥发的液晶化合物来进行批量生产，该液晶化合物比传统使用的化合物高得多。作为测量的结果，已经证实，当使用了具有高挥发性的材料时，液晶的旋转粘度 $\gamma_1$ 可以被降低 20% 到 30%，并且这也会改进液晶单元的响应速度。

众所周知的是，一般来说，当液晶材料的 $\Delta n$ 变高时， $\Delta n$ 与波长的相关性就变高了。这意味着，在这个液晶面板中，电压-透射率特性中的波长相关性变高了。甚至在实现了高速度的液晶面板中，如果波长相关性很高，就会出现一个情形，其中透射光谱发生了彩色化，并且色度特性降低了。特别地，当在蓝波长区域内的相对折射率各向异性变高时，并且电压-透射特性中的蓝色的波长相关性变高时，与绿色或者红色相比，一个颜色的偏移就变得很显著了。作为纠正这个色偏移的一个方法，在一个结构组件和点中一个结构组件之间的间隔宽度被改变了，并且可以采用这样一个结构组件图案，其中间隔宽度以蓝，绿色，和红色的顺序而变大。因为蓝波长区域基本上很显著，当仅蓝波长区域内的间隔部分比绿色或者红色波长的间隔宽度小时，色度特性就可以被大大增强。

下面，将描述具体的示例。

(示例 1)

抗蚀剂 S1808 (Shipley 公司制造的) 被进行图案形成并且被热固化以在具有一个 ITO 电极的一个衬底上形成条 (宽度为 3 微米)。在这个衬底被进行了一个灰化处理过程后，使用垂直排列薄膜材料 X 的一个排列薄膜被用一个旋转器而形成。条的高度是 0.7 微米。预定的

间隔柱散落在衬底上，并且这些衬底被使用一个热固化密封材料相互粘接在一起，以使空的单元被制造（间隔柱：2微米，3微米，4微米）。当这些衬底被相互粘接在一起时，在条和切口部分之间的间隔（排列控制）是5微米，10微米，和15微米。液晶材料A，液晶B，液晶C和液晶D在粘度 $\times \Delta n$ 上是不同的，他们被分别注入到这些空单元中并且被密封，起偏振片被粘接在垂直尼科耳棱镜中，以使MVA单元被制造。通过Oak Seisakusho Co. Ltd.公司的一个单元厚度测量设备获得了单元间隙。这样来组合液晶B，液晶C，液晶D，和单元间隙，以使他们的 $\Delta n \times d$ 的值是相等的。

这里，表9显示了液晶A，B，C，和D的特性。

[表 9]

液晶材料的物理特性值

	液晶 A	液晶 B	液晶 C	液晶 D
NI点	71°C	70°C	90°C	70°C
$\Delta n$	0.0822	0.1321	0.1535	0.1669
$\Delta \epsilon$	-3.8	-3.8	-5.0	-4.1
$K_{11}$	13.6	11.3	14.7	12.6
$K_{33}$	14.7	14.7	21.0	17.7
$\gamma_1$	135	187	320	234

测量了相应MVA单元的T-V特性，也测量了促使一个实际的白色显示为100%的电压为5.4V，从0%到25%，50%，和100%的响应时间。结果，已经发现，与其中单元间隙比较大的（4微米）的相比，随着单元间隙变小，这个速度变得很高，特别是在半色调区域中。在单元间隙比较小的情形下，与液晶粘度的相关性变小了，并且对用作MVA单元的液晶材料的限制变少了。

因为当在一个条部分和一个条部分之间的间隔节距超过了15微米时，在施加了高电压时，将发生排列模糊，已经发现，间隔节距的

值最好是 15 微米或者更少。当间隔节距比 15 微米低时，因为在 T-V 特性中的透射率在施加电压下被降低了，所以，希望的是，间隔节距是 15 微米。

当条部分的宽度是 3 微米或者更高时，透射率也被降低，并且不能够获得一个所希望的趋势。在条的高度是 1 微米或者更高的情形下，因为在没有施加电压的情形下透射率是高的，并且发生了光泄露，所以对对比度系数变小了，并且不能够获得一个非常好的结果。

如上面所描述的，根据这个实施方式的液晶显示器，其响应速度可以变高，特别地，在半色调显示中是一个问题的“显示停留”和“显示模糊”可以被减轻，并且 MVA-LCD 的显示性能可以被改进。

#### [第九实施方式]

下面，将参考图 63 到 72D 来描述根据本发明第九实施方式的一个 LCD。这个实施方式涉及 LCD 的面板结构调节，特别地，涉及使用具有一个负介质各向异性的液晶来对 VA 系统 LCD 的响应速度的改进。

因为使用具有一个负介质各向异性的液晶的 VA 系统 LCD 具有一个很高的对比度，并且具有非常好的响应特性，所以已经研究开发了各种系统。特别地，使用多个区域的 MVA-LCD 在视角特性上是最好的，并且被用于在批量生产中生产高性能的液晶监视器。

随着近年来在多媒体技术上的发展，对从一个静止图象到一个运动图象的需求增加了，所以需要能够在一个帧的时间（16.7ms）内能够完成一个响应的 LCD。TN 类型和 IPS 类型对响应特性的改进已经在被提出了，另外，在 MVA-LCD 中，对响应特性的改进也是所希望的。

图 63 解释了需要被这个实施方式所解决的一个问题，并且显示了在进行切换以前一个 MVA-LCD 在相应半色调上的响应特性。水平轴表示进行切换后的半色调，而垂直轴表示进行切换以前和以后是需要的响应时间（ms）。这里，一个半色调的定义被显示在图 64 中。



图 64 示出了在 MVA-LCD 中，透射光的亮度相对施加电压的关系，并且示出了相应的半色调程度。水平轴表示施加的电压（V），垂直轴表示透射光的亮度（a.u.）。如图 63 中所示出的，当获得一个完全白色的显示时（半色调程度为 8），响应时间很短，而与切换前的半色调程度无关。但是，当获得一个半色调显示时，因为响应需要几十毫秒或者更长，所以就在一个监视器屏幕上出现了显示停留，显示模糊，或者类似的。特别地，当切换是从半色调程度为 10 切换到一个比较低的半色调，例如半色调程度为 1 和 2 时，就需要一个比较长的响应时间。

另外，图 65 解释了需要被这个实施方式所解决的一个问题，并且示出了在进行切换以前一个 VA 系统 LCD 在相应半色调上的响应特性。与图 63 类似，水平轴表示进行切换后的半色调，而垂直轴表示响应时间（ms）。如图 65 中所示出的，当获得一个完全白色的显示时（半色调程度为 8），响应时间很短，而与切换前的半色调程度无关。但是，当获得一个半色调显示时，因为响应需要几十毫秒或者更长，所以就在一个监视器屏幕上出现了显示停留，显示模糊，或者类似的。特别地，当切换是从半色调程度为 0 切换到一个比较低的半色调，例如半色调程度为 1 和 2 时，就需要一个比较长的响应时间。

使用具有一个负介质各向异性的液晶的 VA 系统 LCD 的响应特性取决于一些参数，例如液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$ ，一个喷射的弹性常数  $K_{11}$ ，一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$ ，和介质各向异性  $\Delta\epsilon$ 。但是，因为这些参数之间有相关性，所以难以对所有这些参数进行优化。

使用具有一个负介质各向异性的液晶的 VA 系统 LCD 具有能够在—一个帧内对所有灰度进行响应的响应特性，当液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$ （单位是 mPa·s），一个喷射的弹性常数  $K_{11}$ （单位是 pN），一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$ （单位是 pN），介质各向异性  $\Delta\epsilon$ ，和一个单元间隙  $d$ （单位是微米）满足下面的关系时：  
 $(\gamma_1-1.1) \times (K_{11}+233.7) \times (K_{33}+36.9) \times (d-1.1) \times (\Delta\epsilon^4+31.7\Delta\epsilon^3+370.8\Delta\epsilon^2+1948.6\Delta\epsilon+4304.2) \leq 8.8 \times 10^8$ 。（表示式 3）

另外，在这样一个 MVA-LCD 中，其中具有负介质各向异性的液晶被夹在两个衬底之间，这两个衬底中的每一个的表面被进行了一个垂直排列处理，并且一个排列调节结构组件被形成在至少一个衬底的表面上，该 MVA-LCD 具有能够在一个帧内对所有灰度进行响应的响应特性，当液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$ （单位是 mPa.s），一个喷射的弹性常数  $K_{11}$ （单位是 pN），一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$ （单位是 pN），介质各向异性  $\Delta\epsilon$ ，和一个单元间隙  $d$ （单位是微米）满足下面的关系时：

$$(\gamma_1 - 1.1) \times (K_{11} + 875.6) \times (K_{33} + 50.6) \times (d^4 + 2.7d^3 + 9.5d^2 + 430.8d + 524.1) \times (\Delta\epsilon^4 + 31.7\Delta\epsilon^3 + 370.8\Delta\epsilon^2 + 1948.6\Delta\epsilon + 4304.2) \leq 1.6 \times 10^{12}。 \quad (\text{表示式 4})$$

下面，将描述具体的示例。

(示例 9-1)

就一个 VA 系统的 LCD 的响应时间来说，对与液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$ ，一个喷射的弹性常数  $K_{11}$ ，一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$ ，介质各向异性  $\Delta\epsilon$ ，和液晶层厚度  $d$  的关系进行了模拟。图 66 示出了在 VA 系统的 LCD 中的一个开状态响应时间与这些参数的关系。水平轴表示参数的变化（%），而垂直轴表示开状态响应时间的变化  $\Delta t$ （%）。作为  $\gamma_1$ ， $K_{11}$ ， $K_{33}$ ， $\Delta\epsilon$ ，和  $d$  的参考值，使用了在表 10 中所显示的、具有负介质各向异性的一个液晶材料的典型值。

[表 10]

$\gamma_1$	150mPa·s
$K_{11}$	12pN
$K_{33}$	12pN
$\Delta\epsilon$	-3
$d$	4 微米

如图 66 中所示出的，相应参数对响应特性的影响程度是非常地不同的。另外，如图 65 所示出的，在如表 10 所示出的条件下，从半色

调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间是 69.5ms, 而这在 VA 系统 LCD 的响应特性中需要最长的时间。

在开状态下  $\gamma_1$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t(\gamma_1)$ 。在开状态下  $K_{11}$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t(K_{11})$ 。在开状态下  $K_{33}$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t(K_{33})$ 。另外, 在开状态下  $\Delta\varepsilon$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t(\Delta\varepsilon)$ , 在开状态下  $d$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t(d)$ 。当对图 66 所获得的结果使用最小平方方法时,  $\Delta t(\gamma_1)$ ,  $\Delta t(K_{11})$ ,  $\Delta t(K_{33})$ ,  $\Delta t(\Delta\varepsilon)$ ,  $\Delta t(d)$  分别被表示如下:

$$\Delta t(\gamma_1) = 7.4667 \times 10^{-3} \gamma_1 - 1.008 \quad (\text{表达式 5})$$

$$\Delta t(K_{11}) = 4.044 \times 10^{-3} K_{11} - 0.055 \quad (\text{表达式 6})$$

$$\Delta t(K_{33}) = 1.938 \times 10^{-3} K_{33} - 0.285 \quad (\text{表达式 7})$$

$$\Delta t(\Delta\varepsilon) = 1.3826 \times 10^{-3} \Delta\varepsilon^4 + 4.3821 \times 10^{-2} \Delta\varepsilon^3 + 51.2690 \times 10^{-2} \Delta\varepsilon^2 + 2.6942 \Delta\varepsilon + 4.9511 \quad (\text{表达式 8})$$

$$\Delta t(d) = 0.339d - 1.354 \quad (\text{表达式 9})$$

如果从半色调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间, 这是最慢的响应时间, 是 16.7ms 或者更少, 那么, 在所有的灰度中就可以实现在一个帧内完成一个响应。当考虑到所有参数导致的响应时间的变化时, 当  $\gamma_1$ ,  $K_{11}$ ,  $K_{33}$ ,  $\Delta\varepsilon$ , 和  $d$  被改变时, VA 系统 LCD 的响应时间的变化  $f$  被表示如下:

$$f = [1 + \Delta t(\gamma_1)] \times [1 + \Delta t(K_{11})] \times [1 + \Delta t(K_{33})] \times [1 + \Delta t(\Delta\varepsilon)] \times [1 + \Delta t(d)] \quad (\text{表达式 10})$$

因为从半色调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间, 这是最慢的响应时间, 是 69.5ms, 所以为了使响应时间为 16.7ms 或者更少, 那么, 就必须满足下面的条件。

[数学公式 1]

$$f \leq 1 - (69.5 - 16.7) / 69.5 \quad (\text{表达式 11})$$

当 (表达式 5) 到 (表达式 10) 被代入 (表达式 11) 时, 就获得了下面的表达式:

$$(\gamma_1 - 1.1) \times (K_{11} + 233.7) \times (K_{33} + 36.9) \times (d - 1.1) \times (\Delta\varepsilon^4 + 31.7\Delta\varepsilon^3 + 370.8\Delta\varepsilon^2$$

$$+1948.6\Delta\varepsilon+4304.2) \leq 8.8 \times 10^8 \text{ (表达式 12)}$$

(示例 9-2)

使用如表 11 所示出的一个液晶材料来制造 VA 系统 LCD。作为一个排列薄膜，使用了一个垂直排列薄膜材料 X，并且使用尼龙进行了六次摩擦（摩擦数量是 0.2mm）。表 11 示出了液晶材料的参数。在如表 11 所示出的液晶 1 到 5 中的任何一个液晶中，都可以建立（表达式 12）。

[表 11]

	液晶 1	液晶 2	液晶 3	液晶 4	液晶 5
$\gamma_1$ ( mPa.s)	178	135	99	99	72
$K_{11}$ ( pN)	13.0	13.6	10.7	7.9	8.8
$K_{33}$ ( pN)	14.9	14.7	12.9	9.6	10.5
$\Delta\varepsilon$	-3.7	-3.8	-3.4	-2.3	-2.9
d(微米)	1.6	1.7	2.0	1.5	2.0

图 67 示出了当测量开状态下的响应特性所获得的结果。图 67 示出了使用如 11 所显示的液晶 1 到 5 中的每一个液晶材料的 VA 系统 LCD 的响应特性。水平轴表示进行切换后的透射率（%），垂直轴表示响应时间（ms）。这里，在切换以前的透射率是 0%（施加电压为 0V 时的黑色显示状态），并且当施加的电压是 5V 时，透射率为 100%。如图 67 所示出的，在任何一个情形下，都可以实现响应时间为 16.7ms 或者更少，并且可以证实（表达式 12）的有效性。

在如表 11 所示出的液晶材料中，为了改进响应特性，相应的参数可以被假定为是实际的。在液晶 1 中，假定了旋转粘度 $\gamma_1$ 比较大的一个情形，并且单元间隙 d 比较小，以使可以改进响应特性。在液晶 2 中，假定了介质各向异性 $\Delta\varepsilon$ 比较大的一个情形，以使可以改进响应特性。在液晶 3 中，旋转粘度 $\gamma_1$ 被变小，以使可以改进响应特性。在液晶 4 中，如果在实际的液晶材料中，旋转粘度 $\gamma_1$ 比较小，并且弹性常

数  $K_{11}$ ,  $K_{33}$  和  $\Delta\varepsilon$  倾向于降低, 以使可以改进响应特性。在液晶 5 中,  $\gamma_1$  比液晶 3 中的更小, 以使可以改进响应特性。

(示例 9-3)

图 68 示出了一个 MVA-LCD 的剖面结构。一个液晶层 3 被密封在具有预定单元间隙  $d$  并且被相互相对粘接在一起的两个玻璃衬底 1 和 2 之间。用 ITO 制造的透明电极 11 和 12 分别被形成在两个相对衬底 1 和 2 的相对表面上。另外, 以垂直尼科耳棱镜排列的起偏振片 30 被形成在两个衬底的外表面上。多个线形突出部分 4 被形成在这个衬底 1 的透明电极 11 上。另一方面, 其安排的节距与这个线形突出部分 4 的节距相同的、并且相对线形突出部分 4 移动了半个节距的多个线形突出部分 6 被形成在这个衬底 2 的透明电极上。每一个线形突出部分 4 和 6 具有一个宽度  $w$  和一个高度  $h$ 。线形突出部分 4 和线形突出部分 6 在一个衬底表面的方向上具有间隔  $s$ 。

图 69 示出了在 MVA-LCD 中的液晶分子的倾斜的传播状态。如图 69 所显示的, 因为在线形突出部分 6 附近的液晶分子在一个预定方向上的倾斜被连续地传播到如图 68 所示出的、在线形突出部分 4 和 6 之间的间隔  $s$ , 所以 MVA-LCD 的响应特性与 VA 系统的响应特性不同。

就图 68 所示出的这个 MVA-LCD 的响应时间来说, 对与液晶材料的旋转粘度  $\gamma_1$ , 一个喷射的弹性常数  $K_{11}$ , 一个弯曲的弹性常数  $K_{33}$ , 介质各向异性  $\Delta\varepsilon$ , 和液晶层厚度  $d$  的关系进行了模拟。这里, 在线形突出部分 4 和 6 之间的间隔  $s$  是 25 微米, 分别地, 高度  $h$  是 1 微米, 宽度  $w$  是 5 微米, 并且如表 10 中所示出的液晶材料被用作标准。图 70 示出了在 MVA-LCD 中的一个开状态响应时间与这些参数的关系。如图 70 所示出的, 相应参数对响应特性的影响程度是非常地不同的。另外, 如图 63 所示出的, 在如表 10 所示出的条件下, 从半色调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间是 91.5ms, 而这在 MVA-LCD 的响应特性中需要最长的时间。

在开状态下  $\gamma_1$  导致的响应时间的变化是  $\Delta t'(\gamma_1)$ 。在开状态下  $K_{11}$

导致的响应时间的变化是 $\Delta t'(K_{11})$ 。在开状态下  $K_{33}$  导致的响应时间的变化是 $\Delta t'(K_{33})$ 。另外,在开状态下 $\Delta\varepsilon$ 导致的响应时间的变化是 $\Delta t'(\Delta\varepsilon)$ ,在开状态下  $d$  导致的响应时间的变化是 $\Delta t'(d)$ 。当对图 70 所获得的结果使用最小平方方法时,  $\Delta t'(\gamma_1)$ ,  $\Delta t'(K_{11})$ ,  $\Delta t'(K_{33})$ ,  $\Delta t'(\Delta\varepsilon)$ ,  $\Delta t'(d)$  分别被表示如下:

$$\Delta t'(\gamma_1)=7.4667 \times 10^{-3} \gamma_1-1.008 \quad (\text{表达式 13})$$

$$\Delta t'(K_{11})=1.125 \times 10^{-3} K_{11}-0.015 \quad (\text{表达式 14})$$

$$\Delta t'(K_{33})=1.531 \times 10^{-2} K_{33}-0.225 \quad (\text{表达式 15})$$

$$\Delta t'(\Delta\varepsilon)=1.3826 \times 10^{-3} \Delta\varepsilon^4+4.3821 \times 10^{-2} \Delta\varepsilon^3+51.2690 \times 10^{-2} \Delta\varepsilon^2+2.6942 \Delta\varepsilon+4.9511 \quad (\text{表达式 16})$$

$$\Delta t'(d)=6.5120 \times 10^{-4} d^4+1.7511 \times 10^{-3} d^3+6.2138 \times 10^{-3} d^2+0.28053d-0.65873 \quad (\text{表达式 17})$$

为了在所有的灰度中就可以实现在一个帧内完成一个响应,如果从半色调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间,这是最慢的响应时间,是 16.7ms 或者更少,那么,在所有的灰度中就可以实现在一个帧内完成一个响应。当考虑到所有参数导致的响应时间的变化时,当 $\gamma_1$ ,  $K_{11}$ ,  $K_{33}$ ,  $\Delta\varepsilon$ , 和  $d$  被改变时, MVA - 统 LCD 的响应时间的变化  $f'$  被表示如下:

$$f'=[1+\Delta t'(\gamma_1)] \times [1+\Delta t'(K_{11})] \times [1+\Delta t'(K_{33})] \times [1+\Delta t'(\Delta\varepsilon)] \times [1+\Delta t'(d)] \quad (\text{表达式 18})$$

因为从半色调程度 0 到半色调程度 1 的响应时间,这是最慢的响应时间,是 91.5ms,所以为了使响应时间为 16.7ms 或者更少,那么,就必须仅满足下面的条件。

[数学公式 2]

$$f' \leq 1 - (91.5 - 16.7) / 91.5 \quad (\text{表达式 19})$$

当 (表达式 13) 到 (表达式 18) 被代入 (表达式 19) 时,就获得了下面的表达式:

$$(\gamma_1-1.1) \times (K_{11}+875.6) \times (K_{33}+50.6) \times (d^4+2.7d^3+9.5d^2+430.8d+524.1) \times (\Delta\varepsilon^4+31.7\Delta\varepsilon^3+370.8\Delta\varepsilon^2+1948.6\Delta\varepsilon+4304.2) \leq 1.6 \times 10^{12} \quad (\text{表达式 20})$$

## ( 示例 9-4 )

图 71 示出了根据这个示例的一个 MVA - LCD 的一个剖面结构。如图 71 中所示出的，在根据这个示例的 MVA - LCD 中，不是图 68 中所示出的线形突出部分 6，而切口部分 8 被形成在玻璃衬底 2 上。另外，除了线形突出部分 4 和切口部分 8 的组合外，甚至是切口部分 8 被形成在两个衬底 1 和 2 上，也可以实现这个 MVA - LCD。

## ( 示例 9 - 5 )

一个垂直排列薄膜材料 X 被用作排列薄膜 11 和 12，Shipley 公司制造的抗蚀剂 LC - 200 被用作线形突出部分 4 和 6，以使可以制造一个 MVA - LCD。线形突出部分 4 和 6 中的每一个的宽度为 5 微米，高度为 1 微米。具有一个负介质各向异性的液晶材料 A 被用作液晶材料。图 72A 到 72D 示出了对其中间隔 s 被改变的 MVA - LCD 的瞬时响应特性的一个显微观察结果。图 72A 示出了当间隔 s 为 6 微米时的结果，图 72B 示出了当间隔 s 为 15 微米时的结果。图 72C 示出了当间隔 s 为 30 微米时的结果，图 72D 示出了当间隔 s 为 45 微米时的结果。对每一个情形来说，所施加的电压是 5V。如图 72A 到 72D 所示出的，当间隔 s 为 30 微米或者更多时，就不能够形成一个均匀的排列。

表 12 和表 13 显示了在这个示例中，在间隔 s 和排列状态之间的关系。表 12 示出了当间隔 s 为 15 微米或者更少时的排列状态，而表 13 示出了当间隔 s 为 20 微米或者更多时的排列状态。在这些表中，排列状态被用 O, Δ, × 来表示。符号 O 表示获得了一个均匀的排列，而 Δ 表示虽然产生了几块区域，但是获得了一个均匀的排列。符号 × 表示产生了一些区域，并且没有获得一个均匀的排列。

[表 12]

间隔 s(μm)	5	6	7.5	10	12.5	15
排列状态	O	O	O	O	O	O

[表 13]

间隔 $s(\mu\text{m})$	20	25	30	40	50	75
排列状态	O	$\Delta$	×	×	×	×

如表 12 和表 13 所示出的，如果间隔  $s$  为 25 微米或者更少，就可以获得均匀的排列。另一方面，如果间隔  $s$  比 25 微米大，就可以在间隔部分中产生一些区域，而不能获得均匀排列。

当间隔  $s$  为 25 微米或者更少时，如图 69 所示出的，因为一个预定的方向中的倾斜不能够连续地从线形突出部分 6 进行传播。就可以获得均匀的排列。另一方面，当间隔  $s$  比 25 微米大时，在倾斜被从线形突出部分 6 中进行传播时，有一个区域，其中在不同方向上进行倾斜。这样，就可以在间隔部分中产生一些区域，而不能获得均匀排列。所以，在 MVA-LCD 中，间隔  $s$  必须为 25 微米或者更少。

#### (示例 9-6)

为了改进视角特性，也可以在一个起偏振片和一个玻璃衬底之间提供一个光学补偿层来作为光学补偿装置。作为光学补偿层，可以使用一个单轴或者双轴相位差异薄膜。

如上面所描述的，在根据这个实施方式的液晶显示器中，其响应速度可以很高，并且显示停留，显示模糊或者类似的，可以被减轻，而这在显示器中是一个问题，并且这个实施方式可以改进 VA 类型液晶显示器的显示性能。

如上面所描述的，根据本发明，有可能能够抑制透射率的下降并且改进响应特性。另外，根据本发明，也可能抑制响应特性的下降并且改进透射率。



图1A

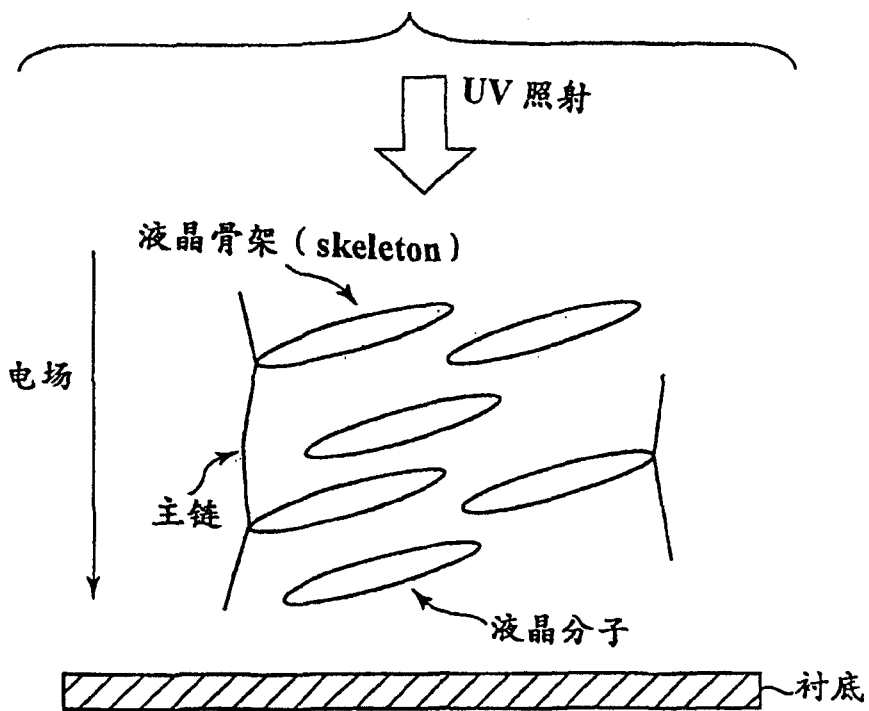


图1B

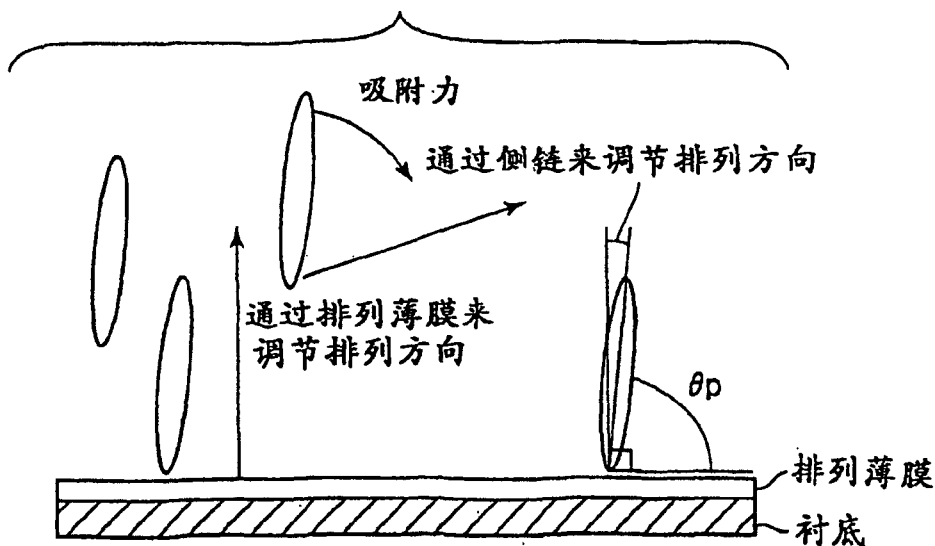


图2

模式	TN	a-TN	ECB (水平)	OCB	IPS	ASM	FLC	MVA
界面 排列处理	执行	不执行	执行	执行	执行	不执行	执行	不执行
主效果	(在排列划分时) 高预倾斜 区别的固定	反向倾斜 的抑制	将倾斜力给 予上升方向	弯曲方向的固定	将倾斜力给 予切换方向	轴对称排列 的固定 倾斜传播的 擦除	不出现 双稳定性 (多灰度显示) 抑制人字形 (chevron) 结构	出现体倾斜 ·擦除方向角 度中的偏离 ·擦除倾斜的 传播
改进 响应速度	X~Δ	Δ	Δ~○	X	Δ	○	X	◎
产生的问题	光旋转功率的 下降 对比度的下降	光旋转功 率的下 降 对比度 的下 降	黑色亮度的 降质	响应速度的 下降 透射率散射 的下降	(如果没有PS, 是很困难的)	黑色亮度的 降质 透射率 的下降	响应速度的 下降 倾斜角度的 下降	板点附近的 排列干扰
使用值	X	Δ	Δ	X	X	◎	X	◎
PS的总性能	X	Δ	Δ	X	X	◎	○	◎

图3

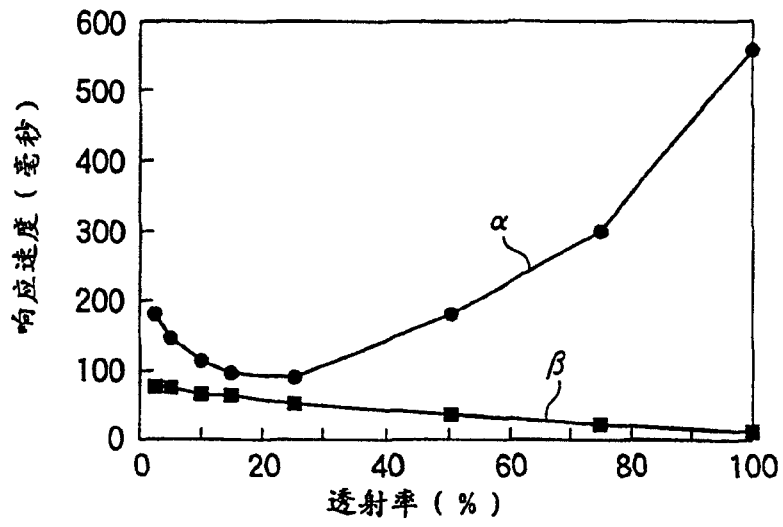


图4

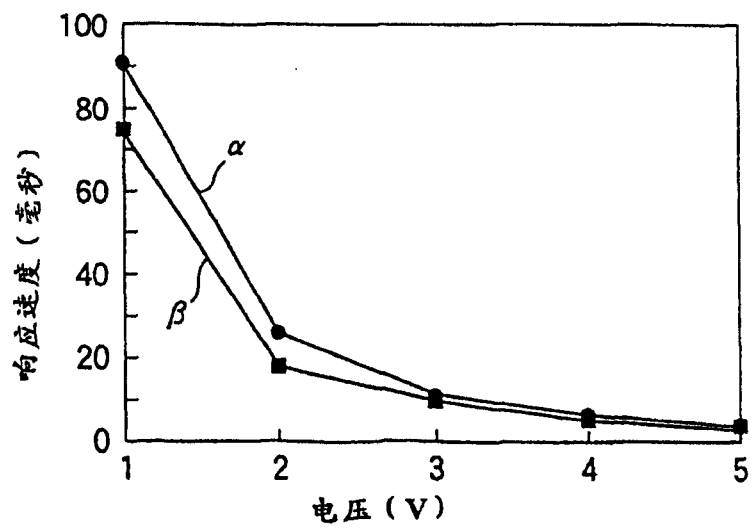


图5

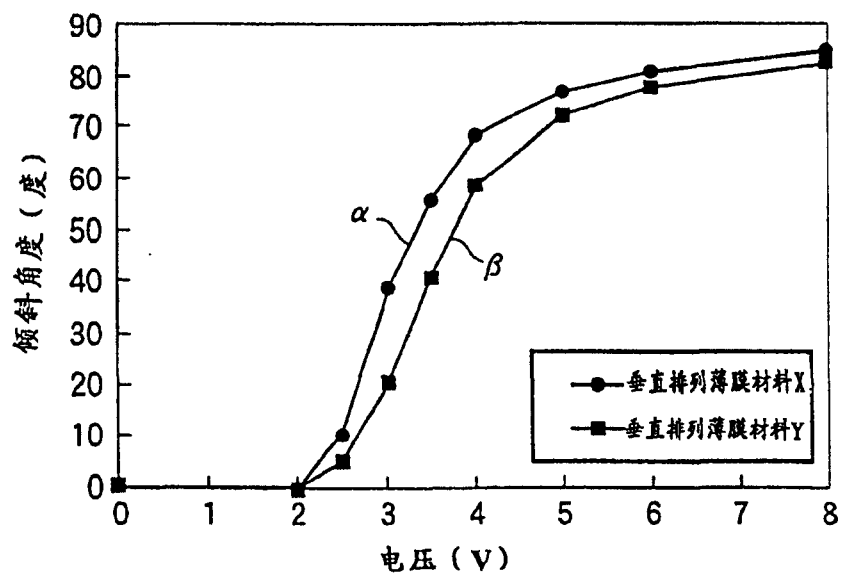


图6B

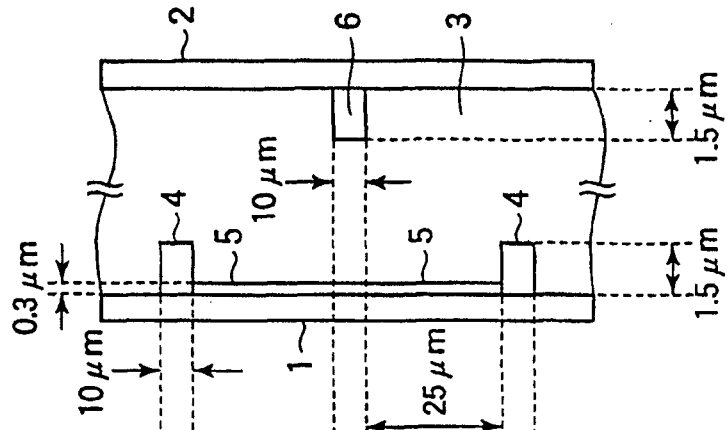


图6A

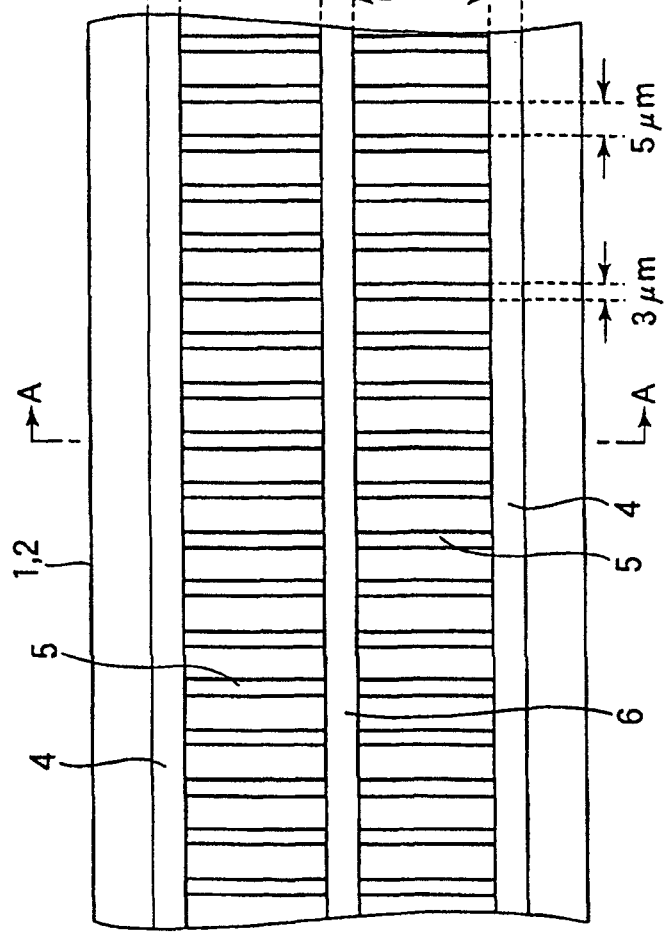


图7

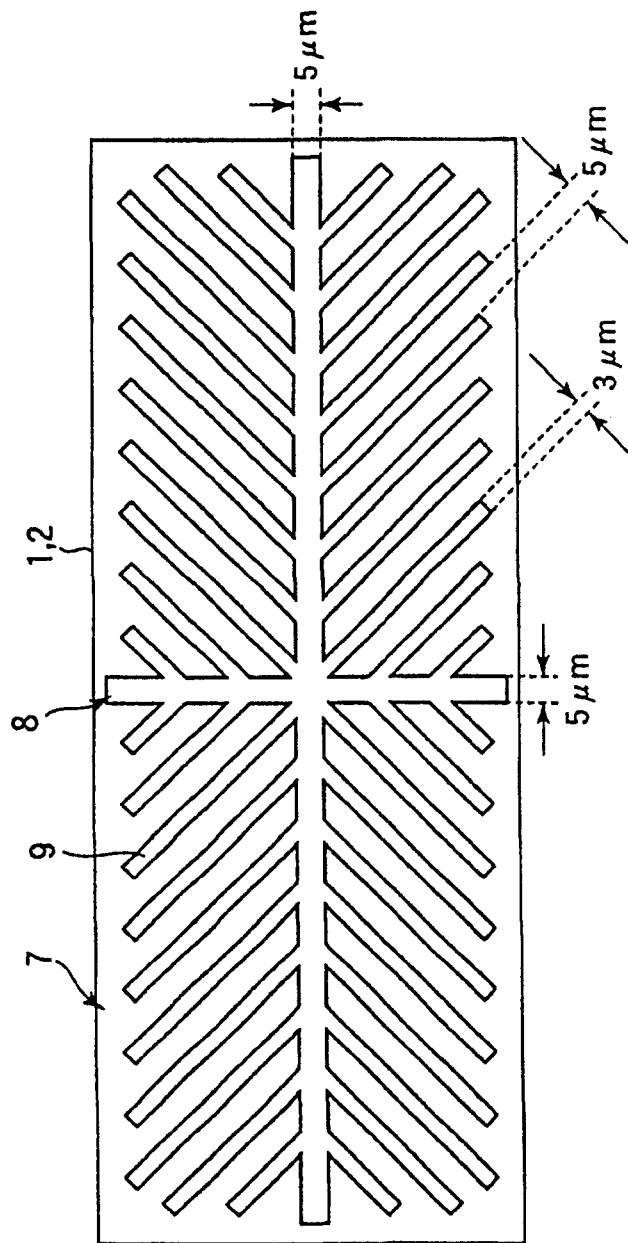


图8A

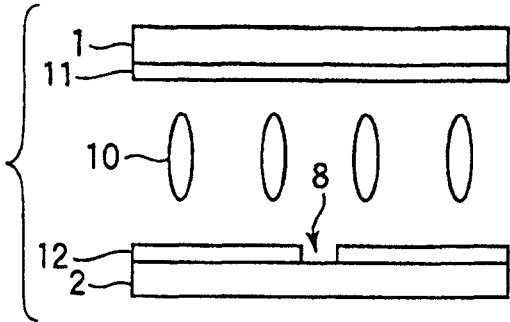


图8C

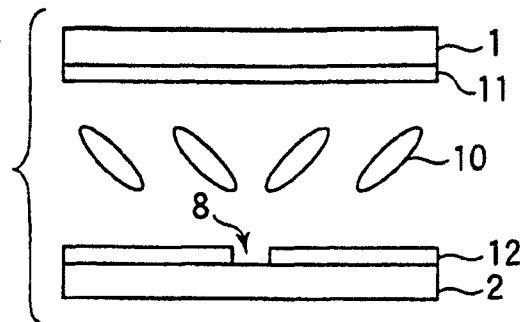


图8B

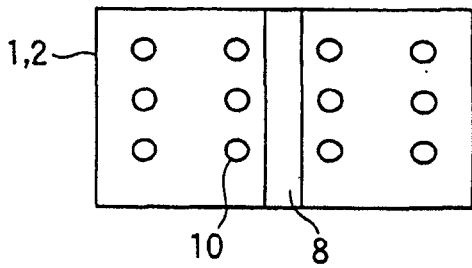


图8D

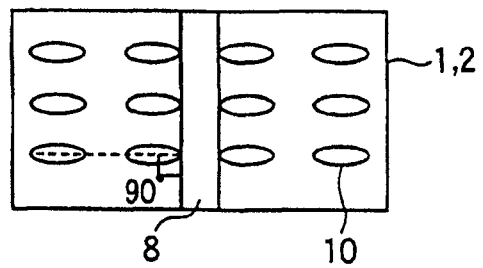


图9A

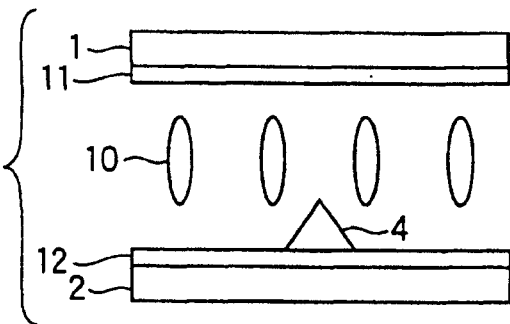


图9C

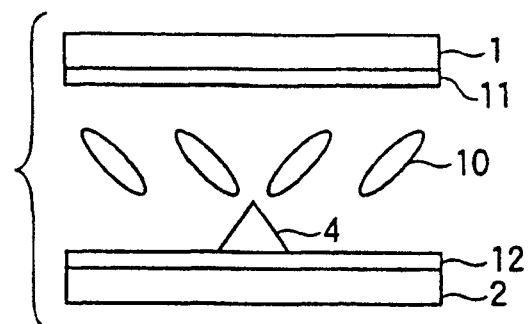


图9B

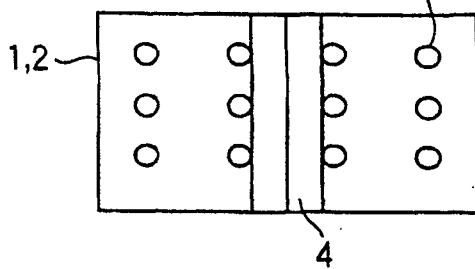


图9D

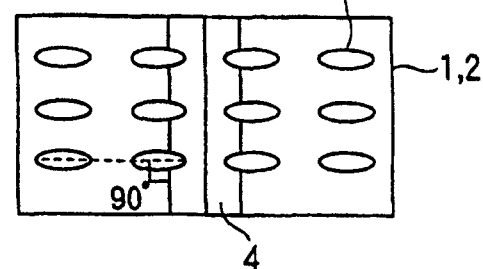


图10A

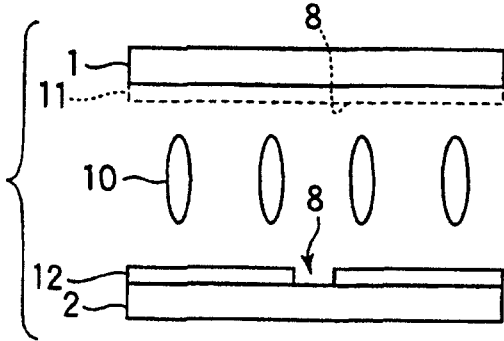


图10C

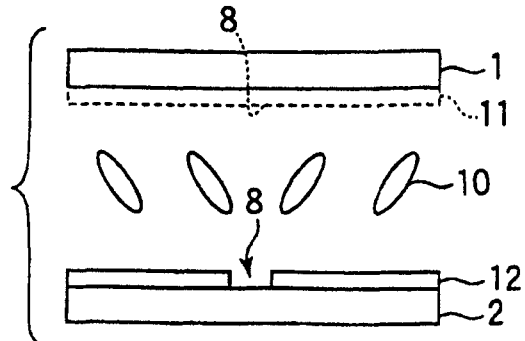


图10B

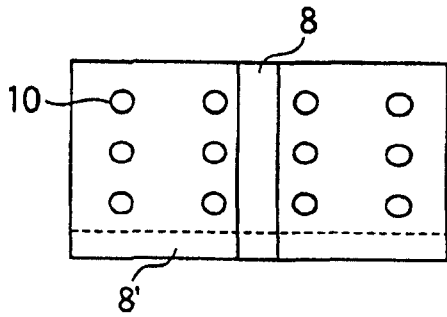


图10D

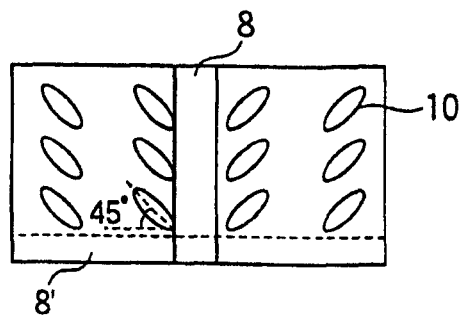


图11A

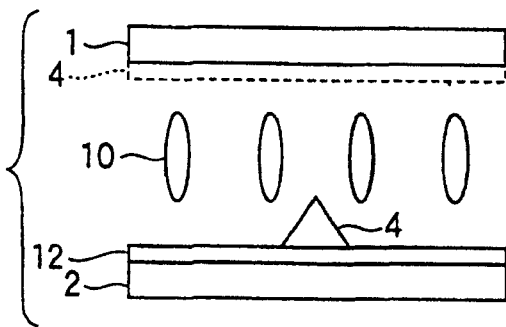


图11C

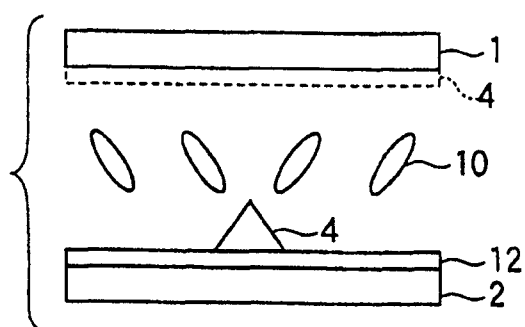


图11B

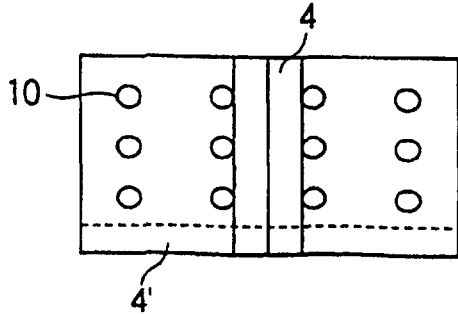


图11D

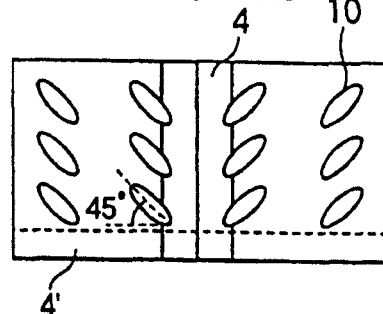




图12A

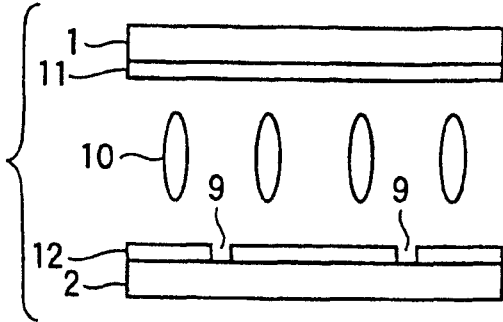


图12C

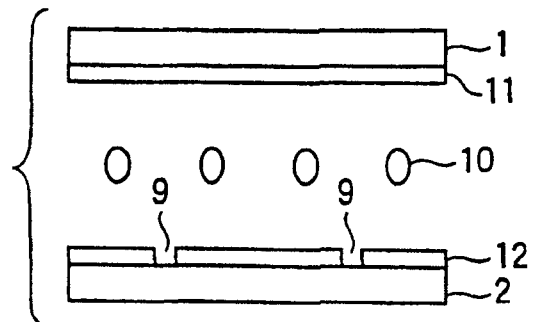


图12B

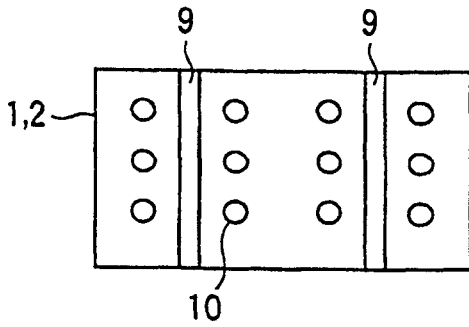


图12D

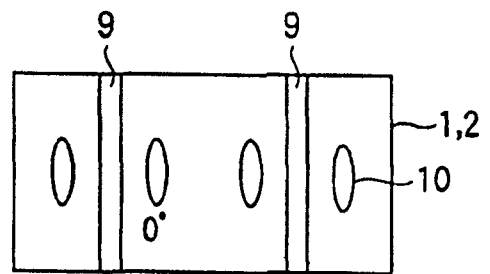


图13A

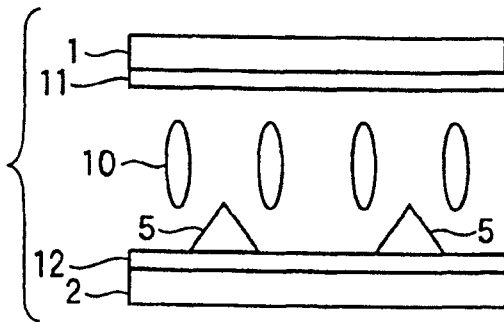


图13C

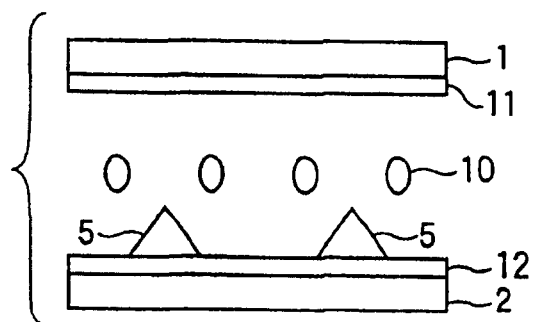


图13B

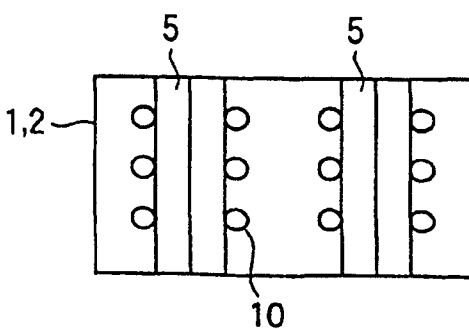


图13D

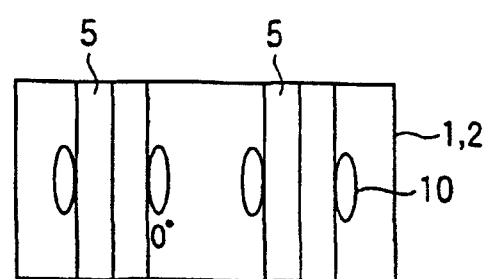


图14A

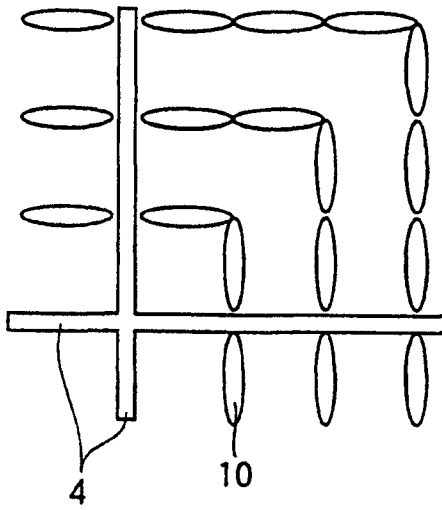


图14B

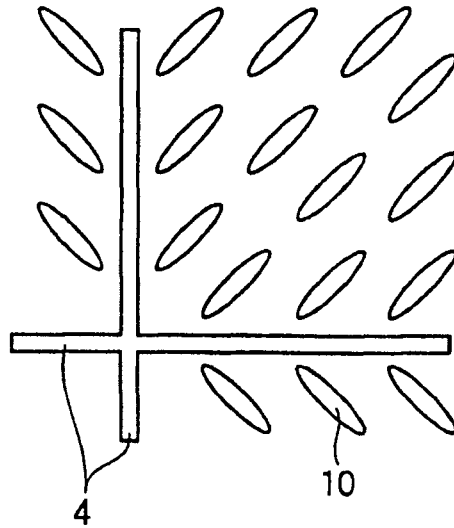


图15

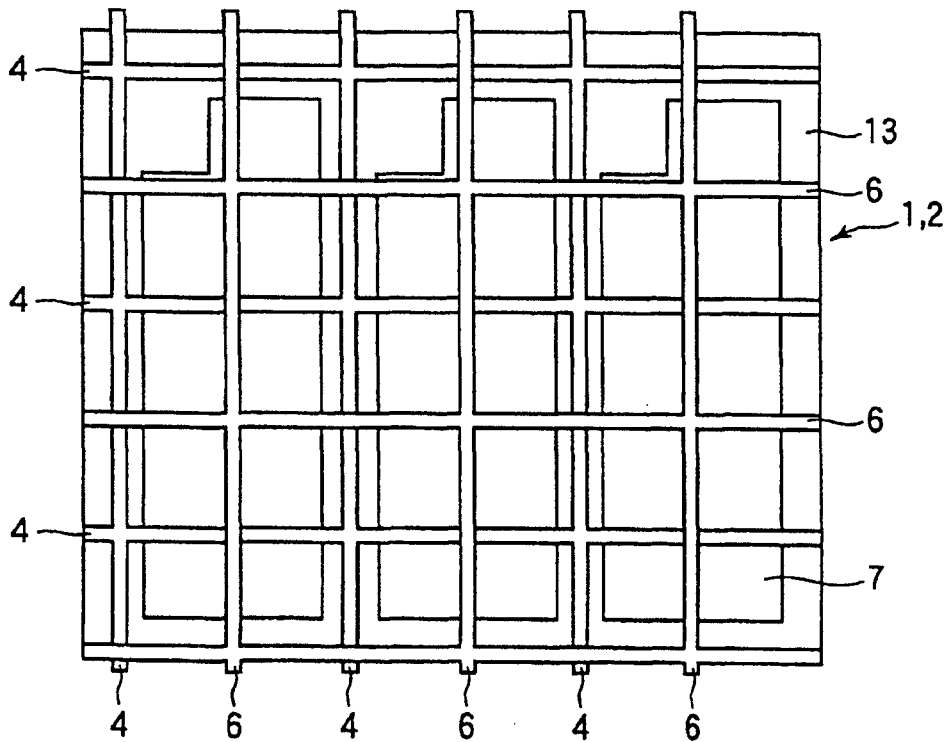


图16

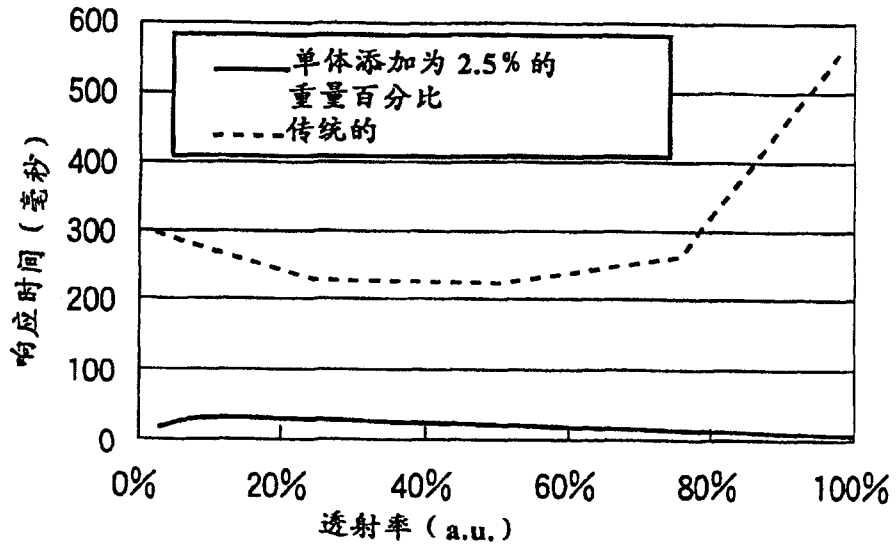


图17

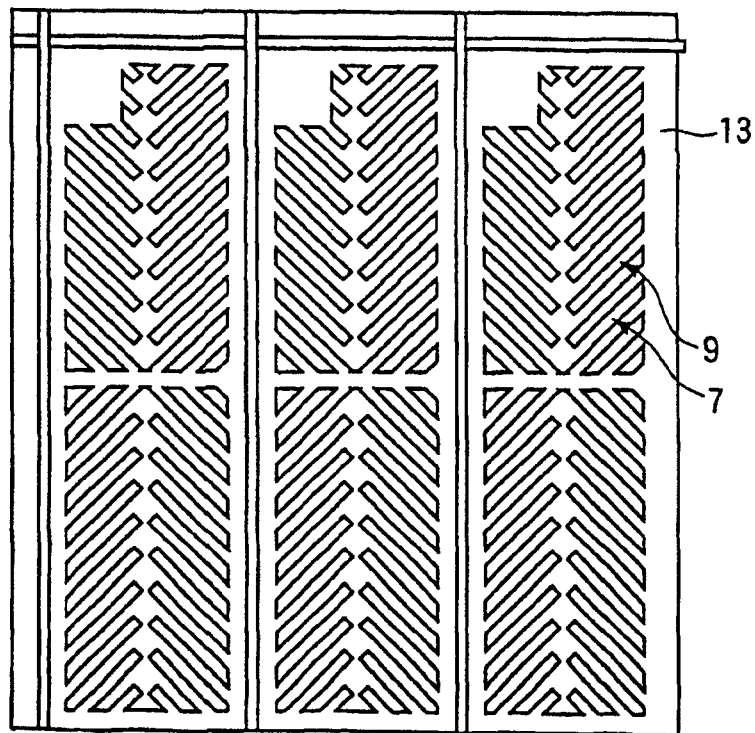


图18

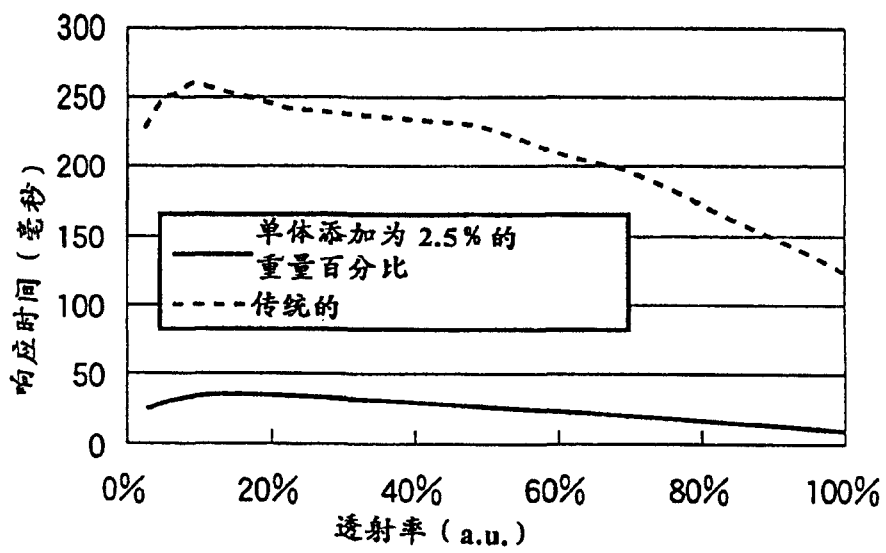
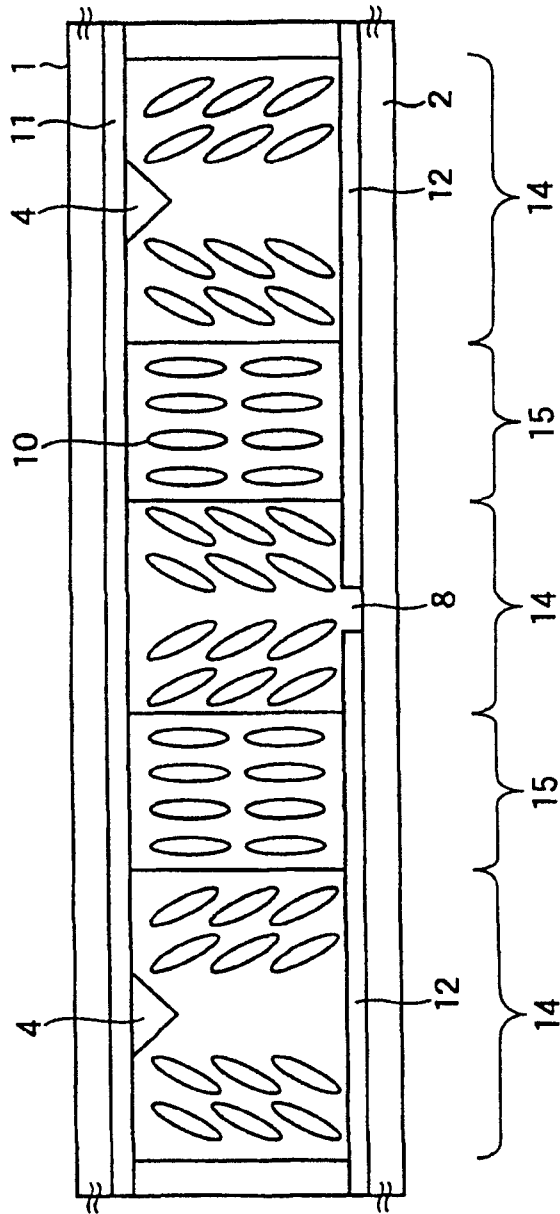


图19



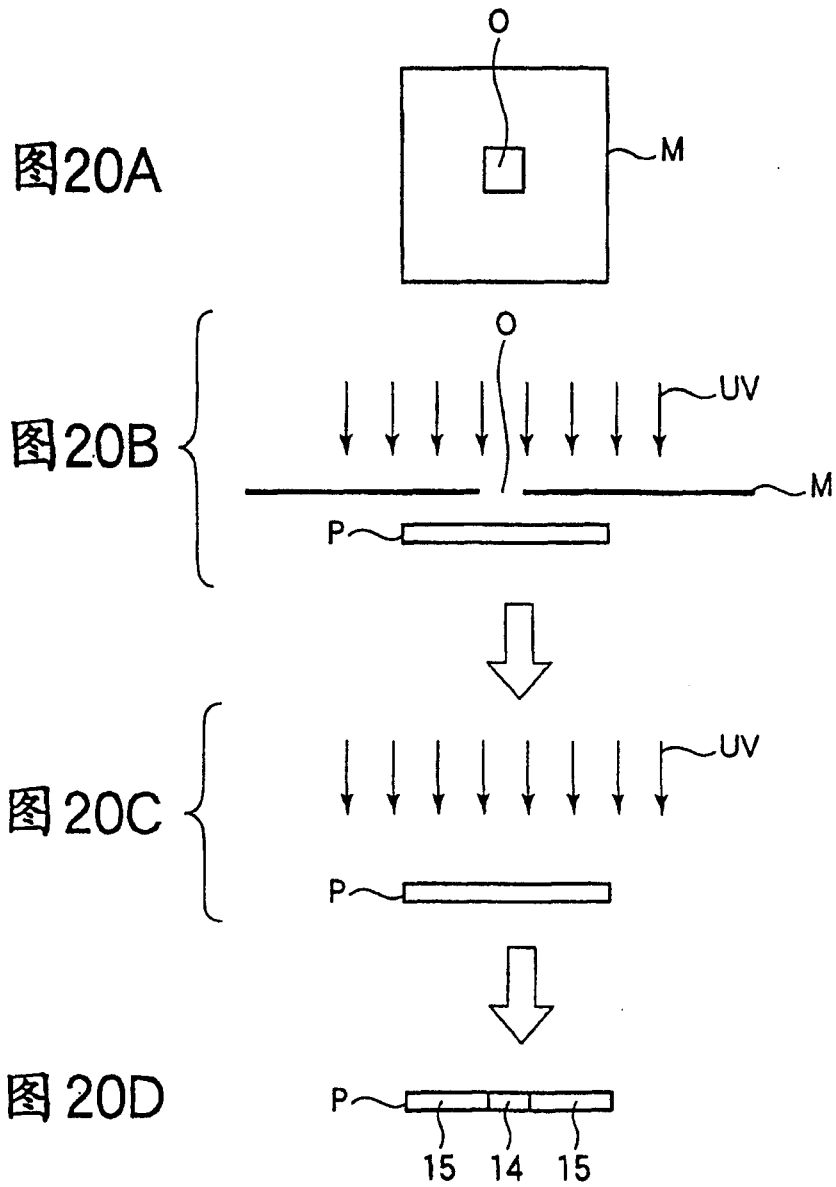


图21

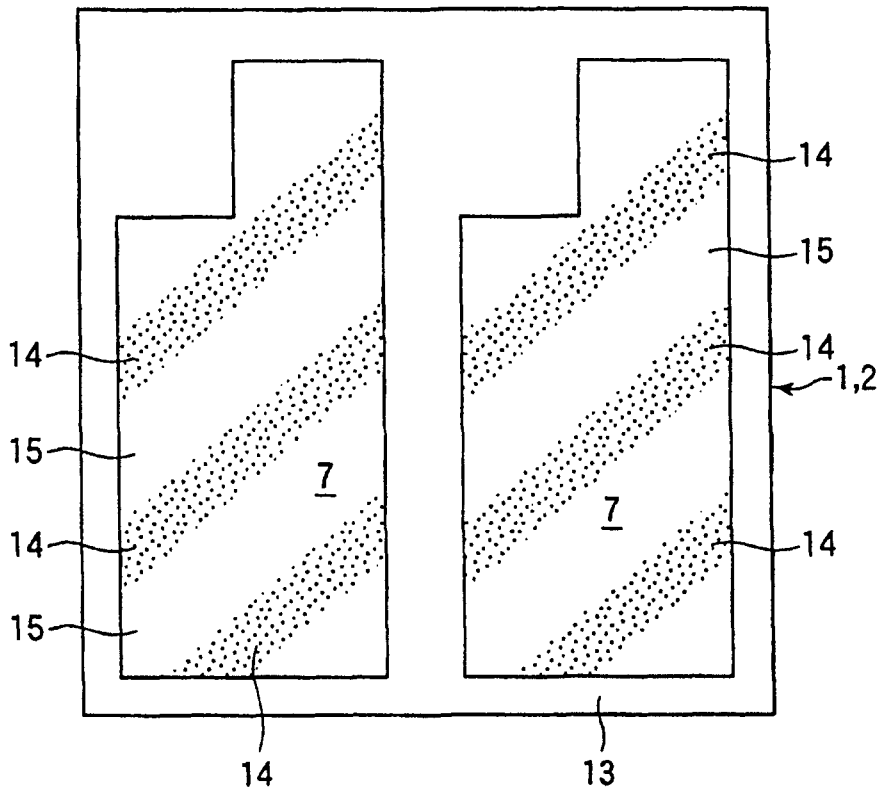


图22

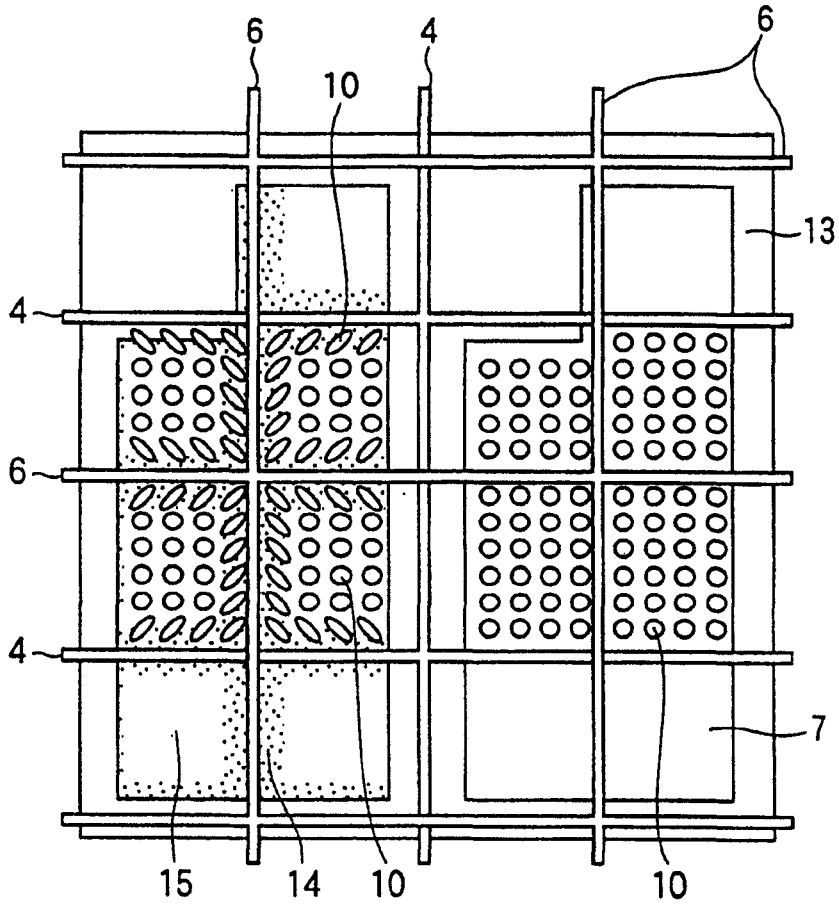


图23

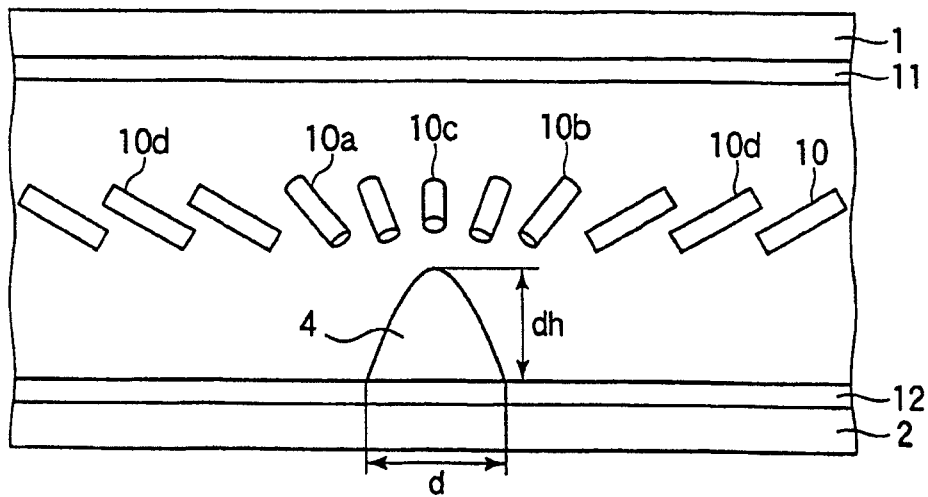




图24

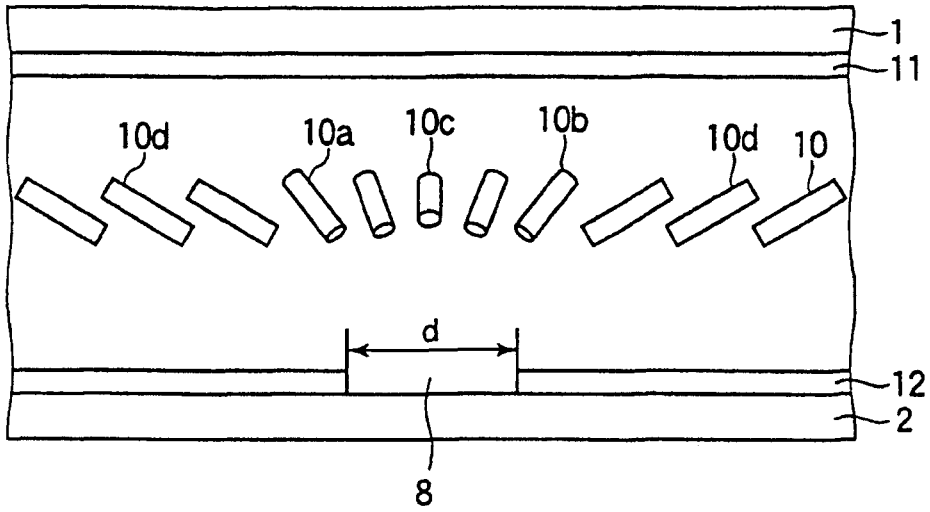


图25

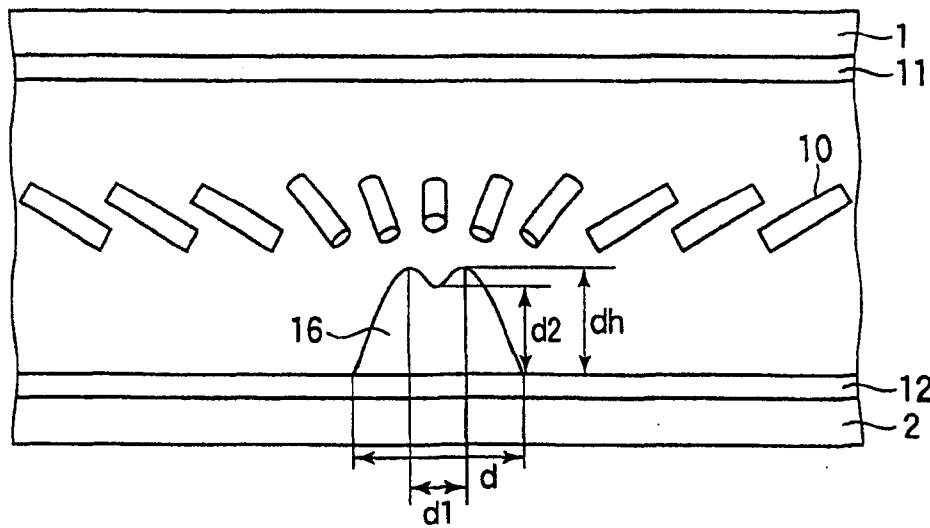


图 26

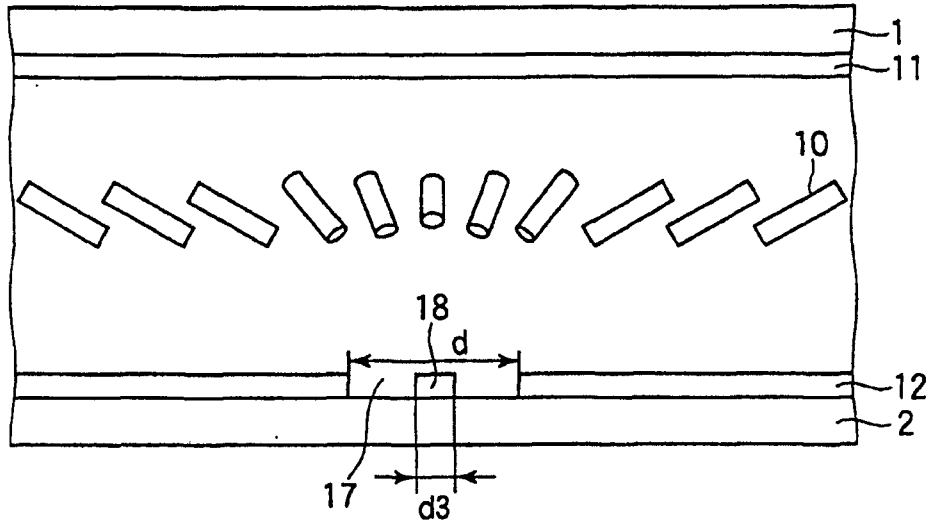


图 27

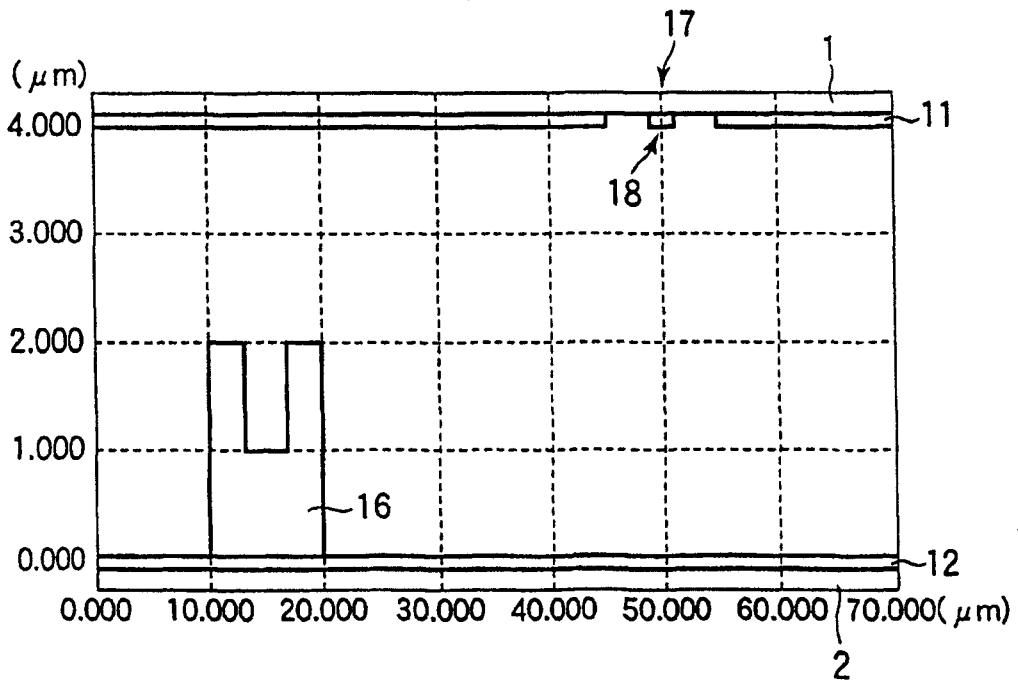


图28

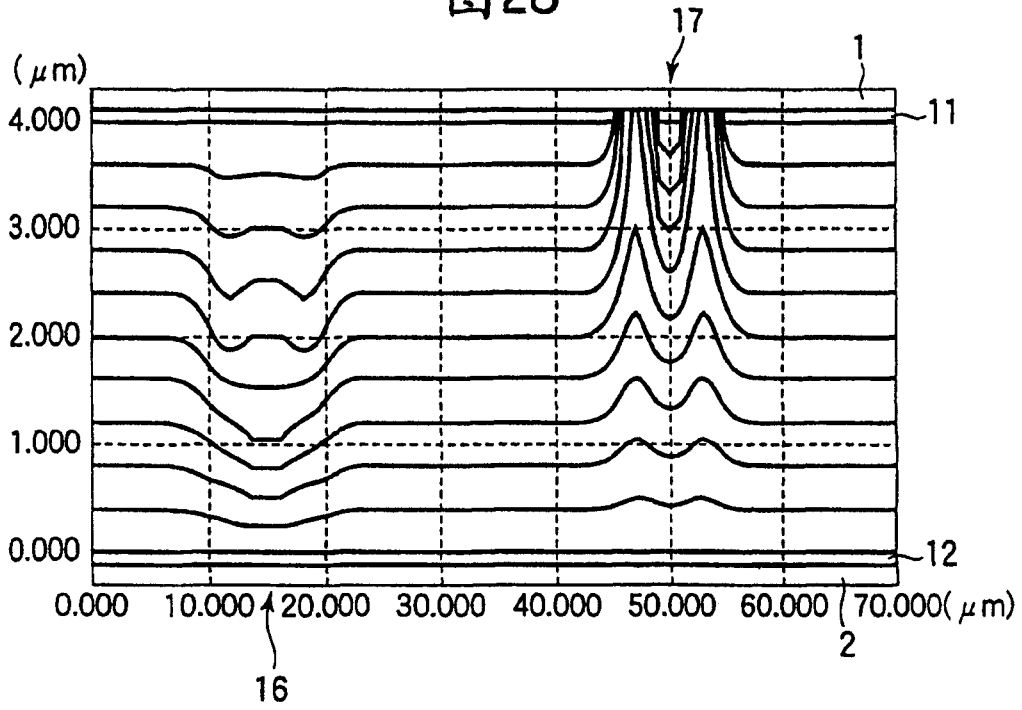


图29

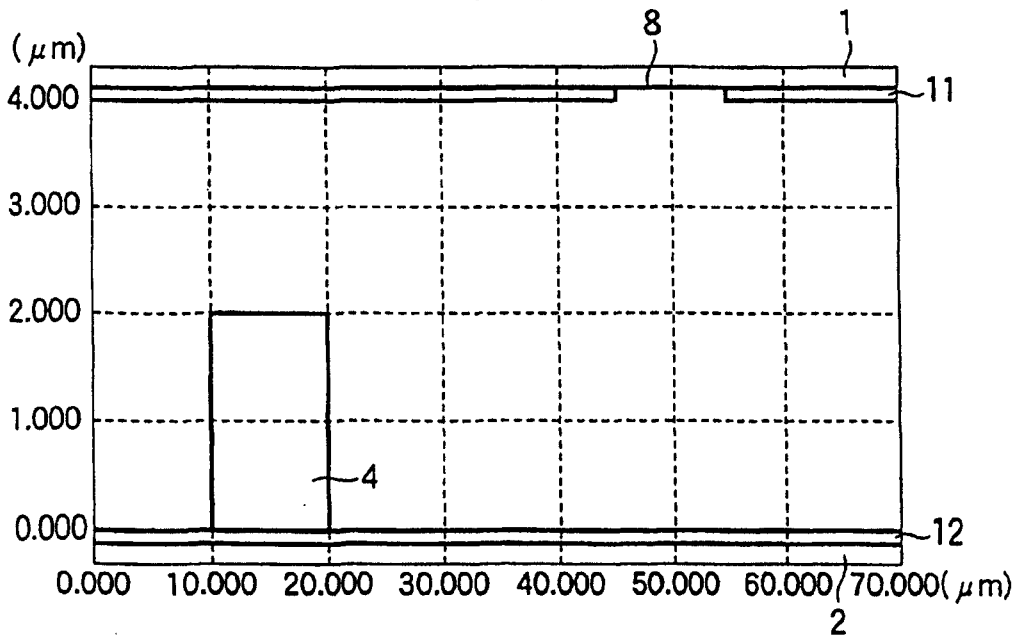


图30

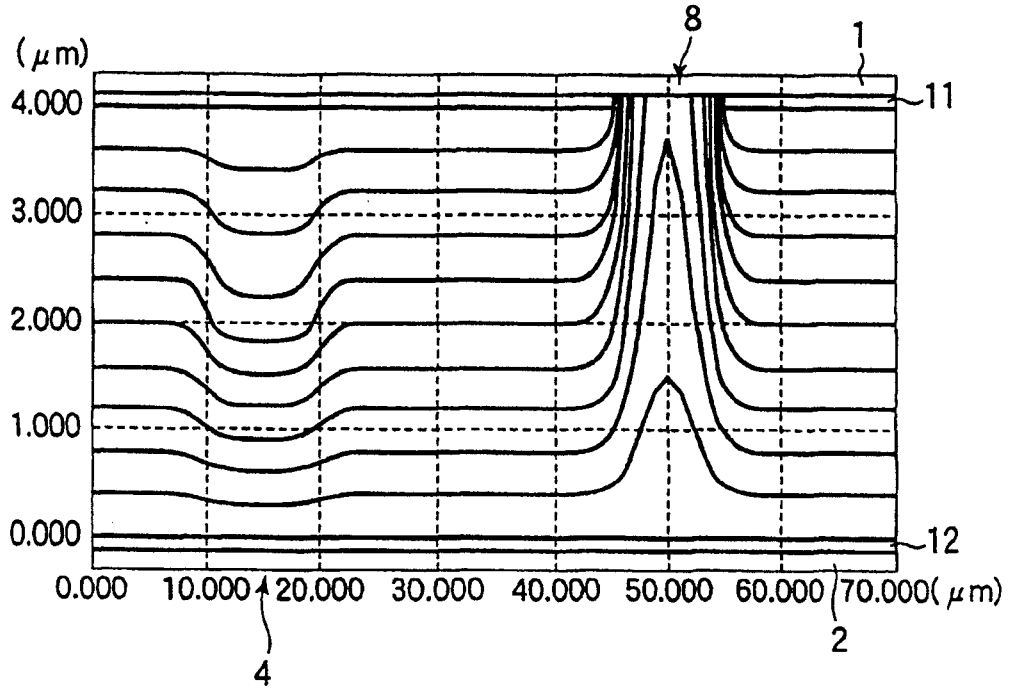


图31

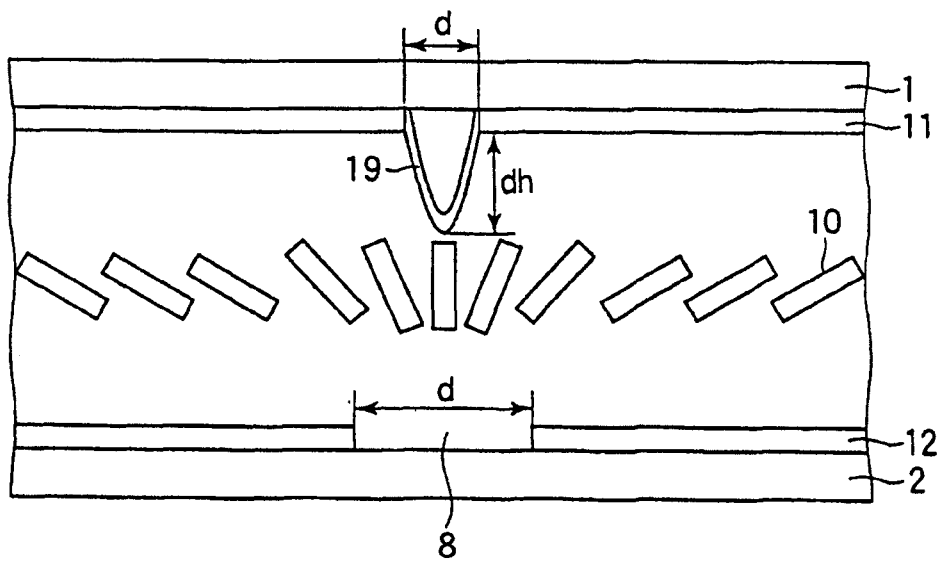


图32

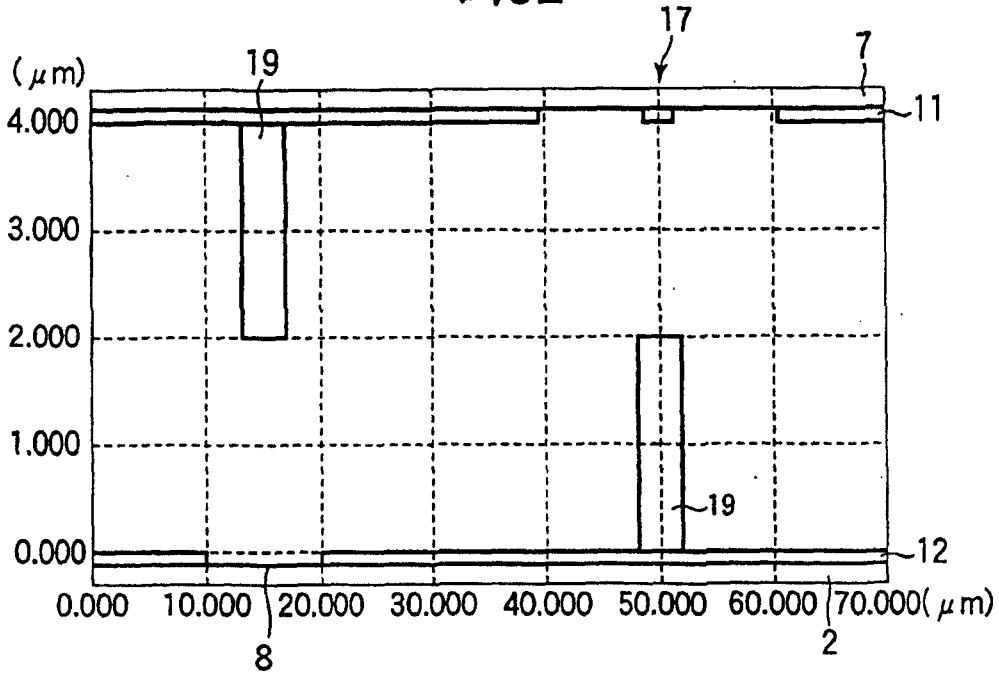


图33

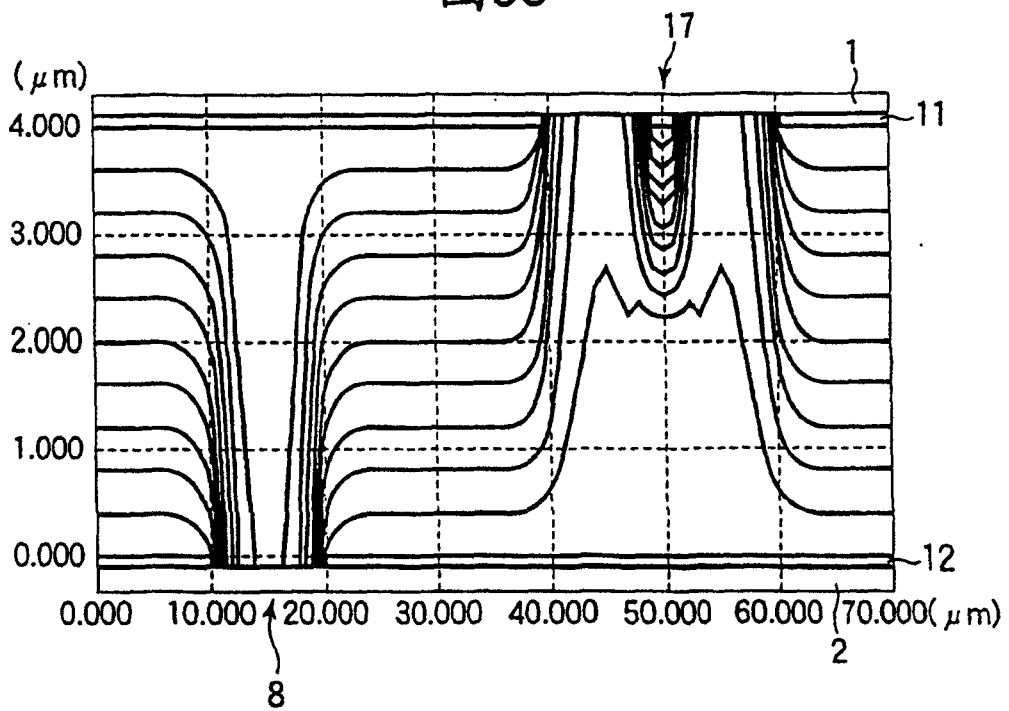


图34

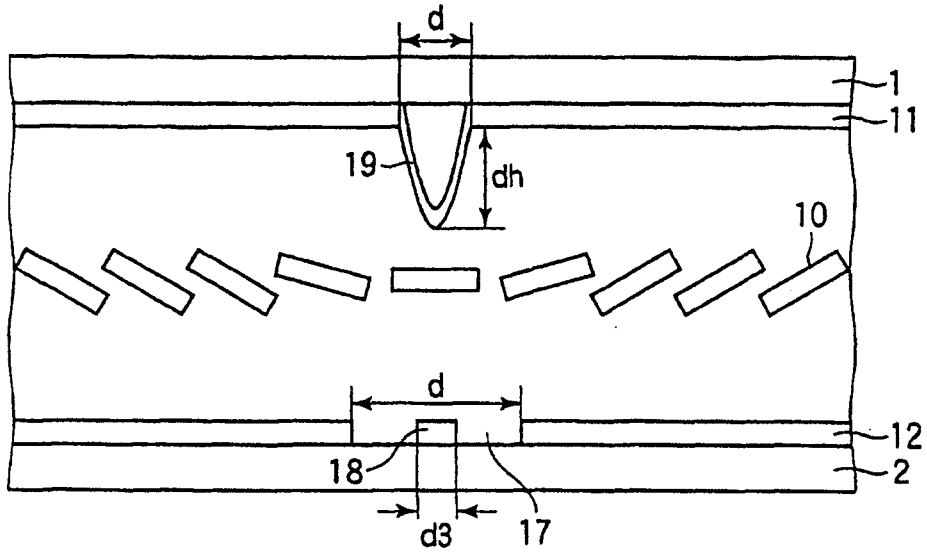


图35

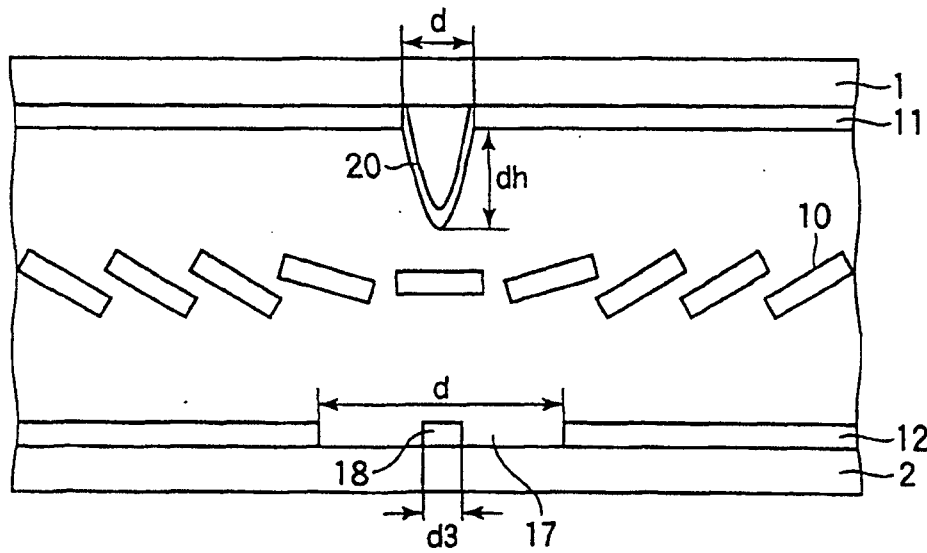


图36

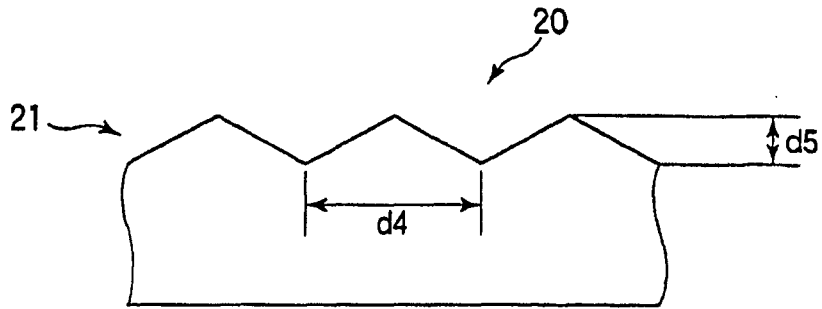


图37

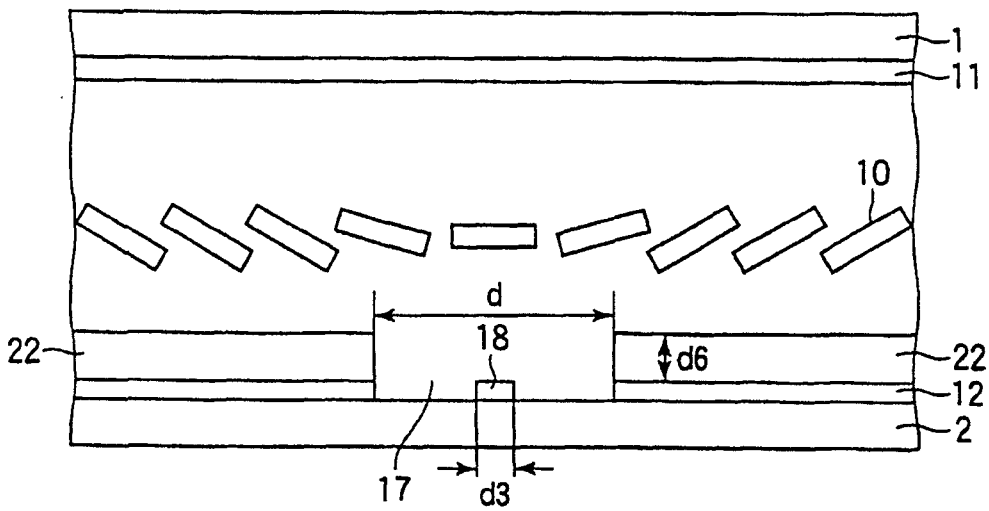


图38A

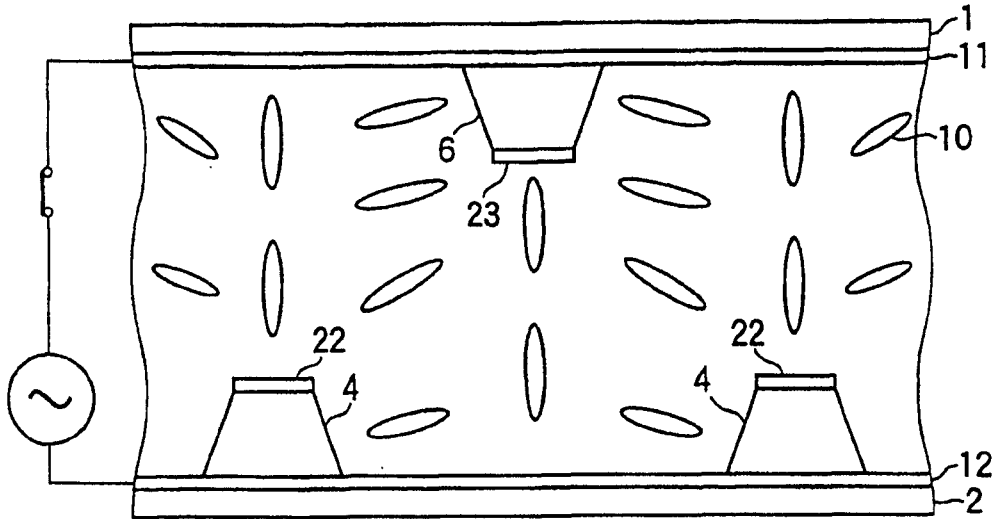


图38B

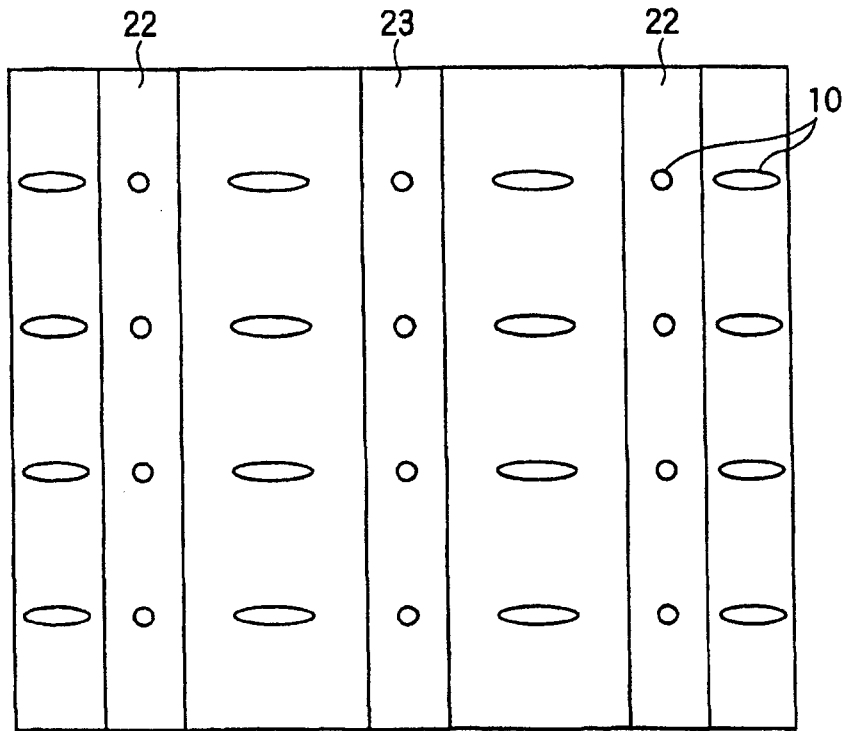




图39A

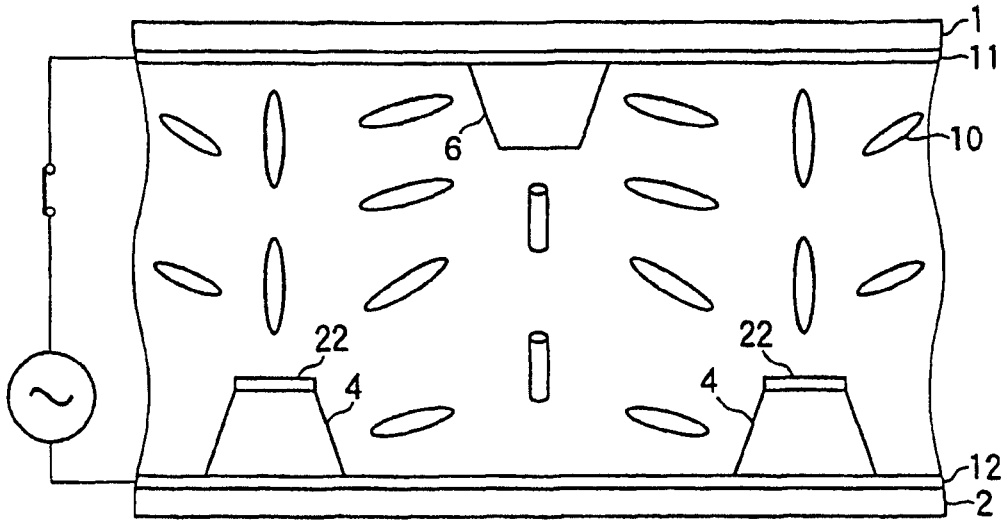


图39B

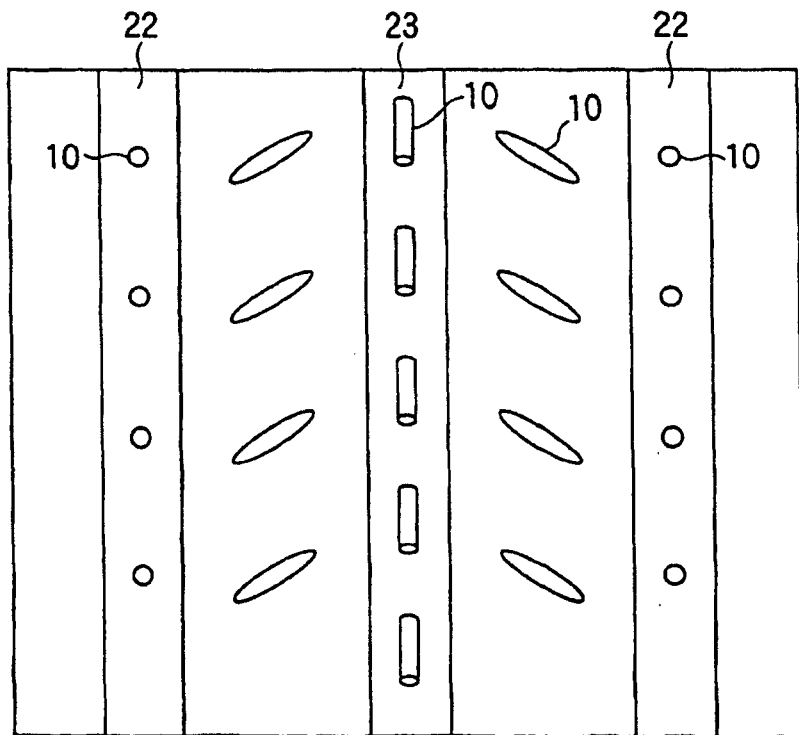


图40A

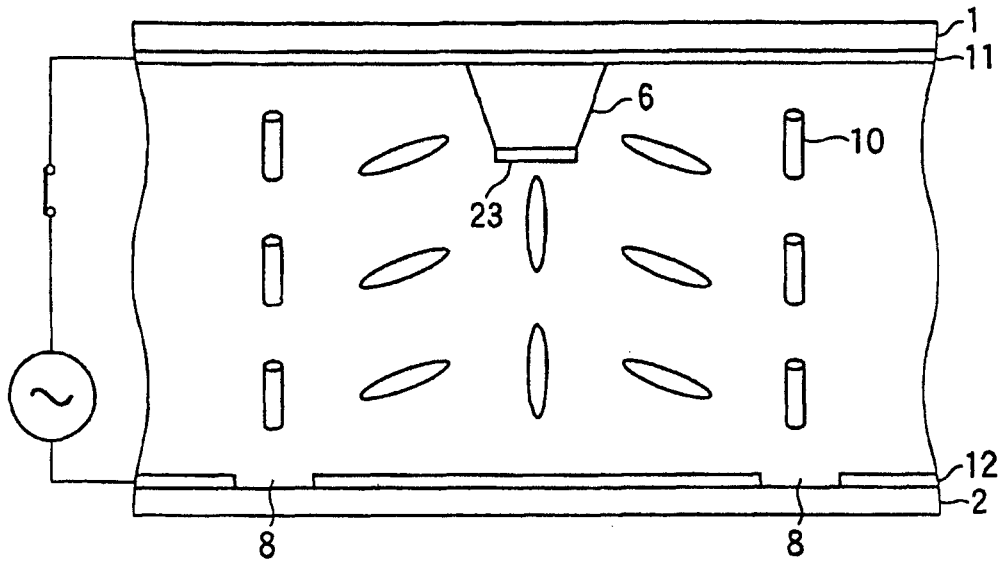


图40B

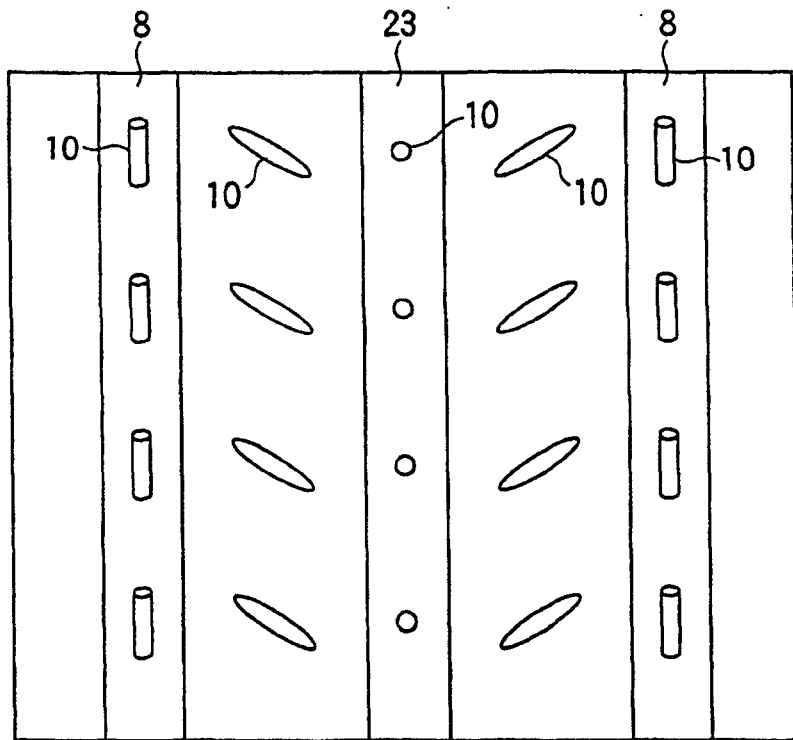


图41

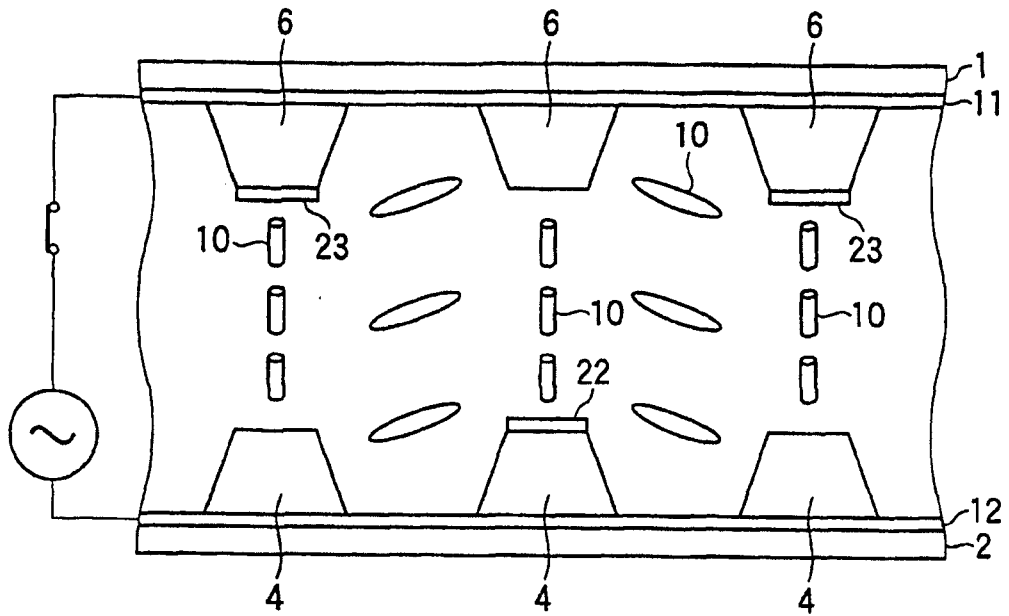


图42

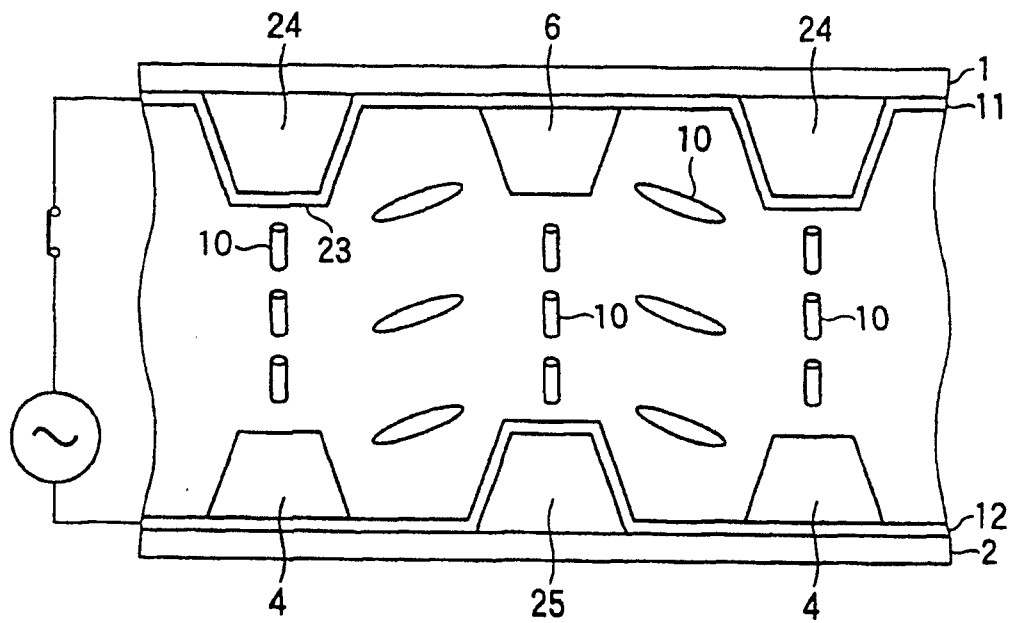


图43

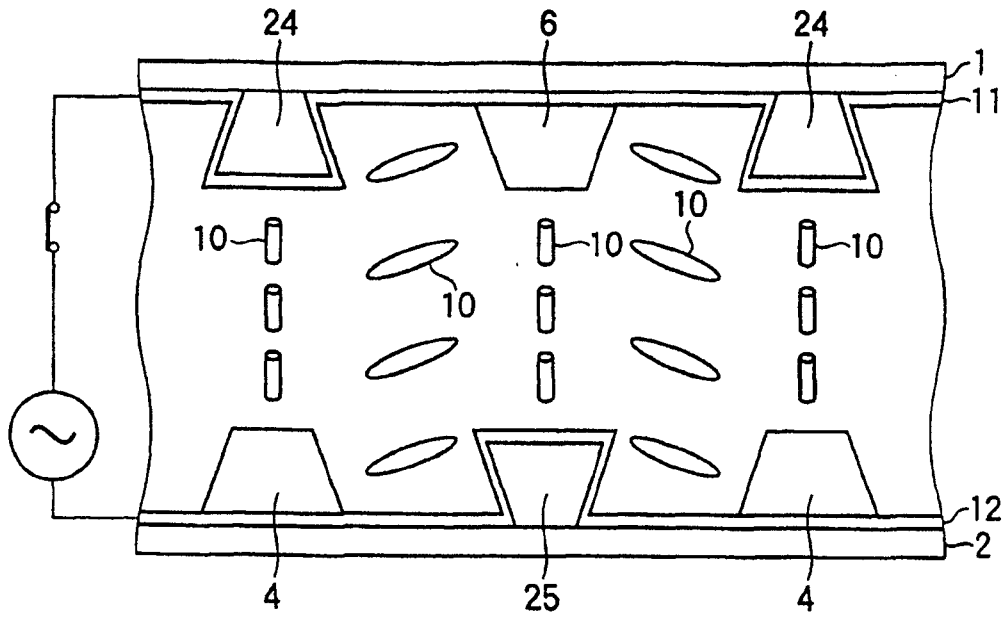
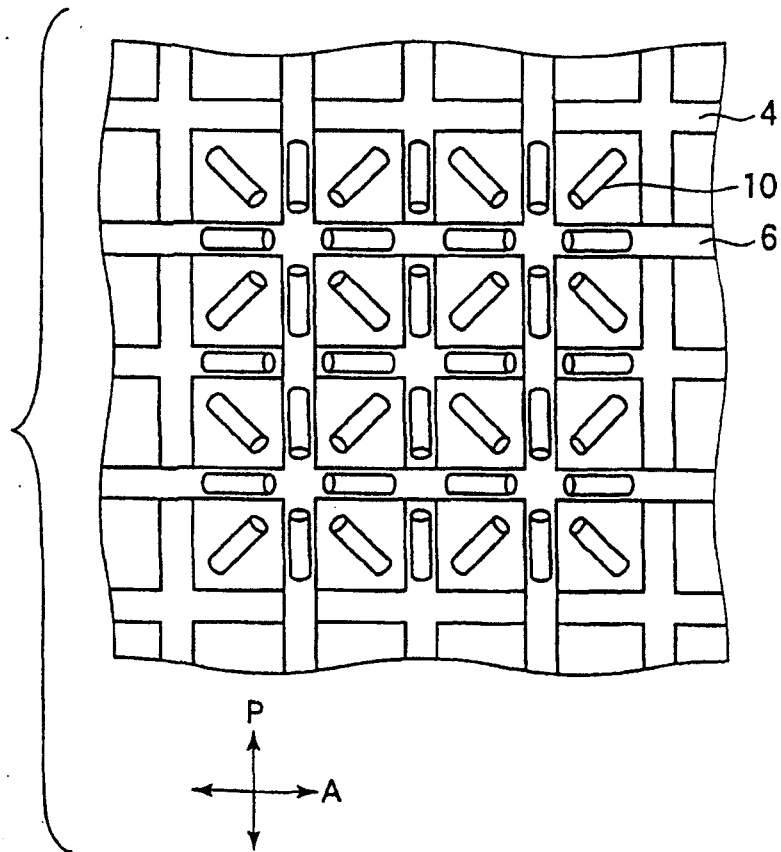


图44



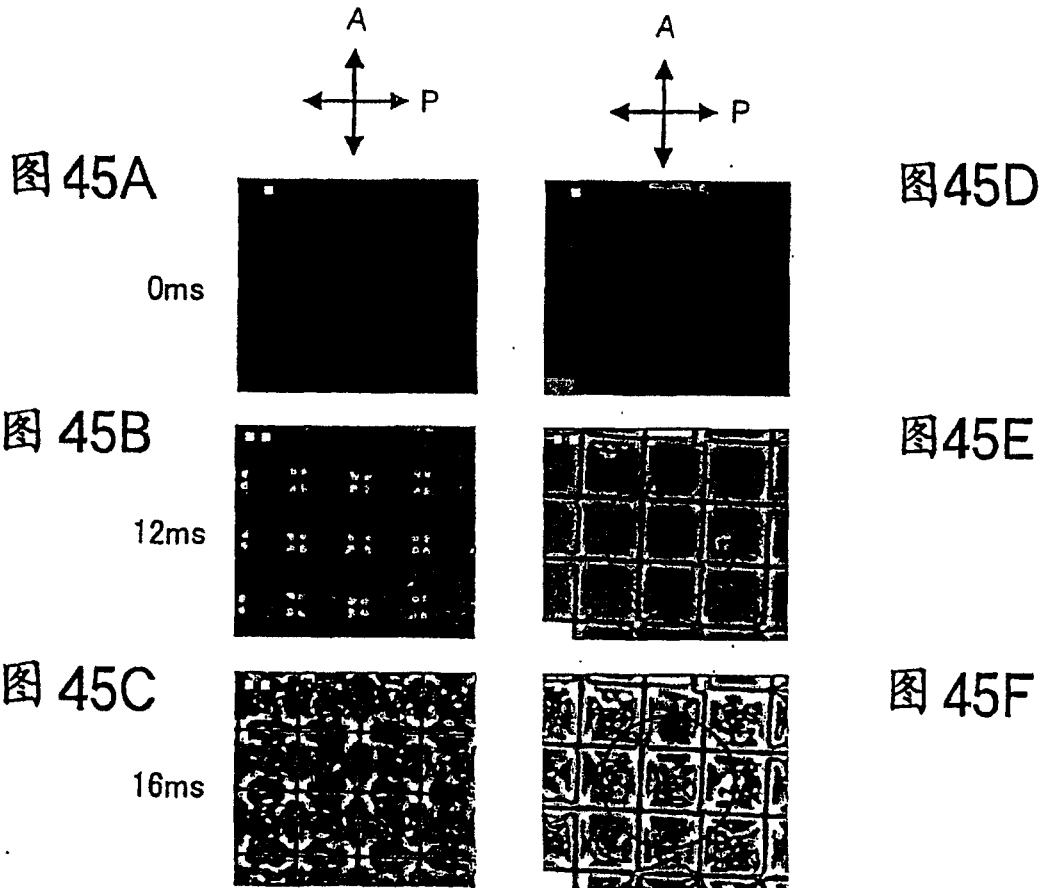


图 46A

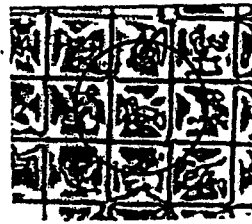
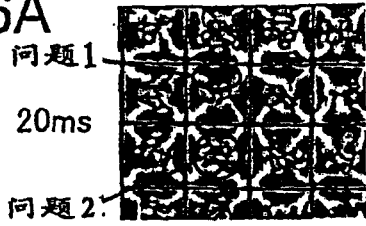


图 46E

图 46B

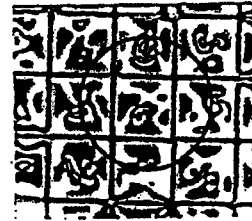


图 46F

图 46C

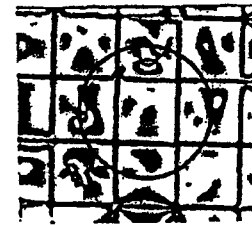
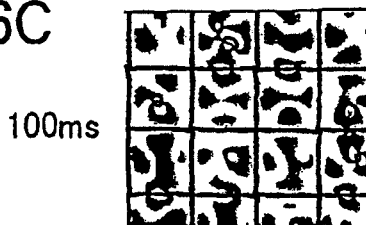


图 46G

图 46D

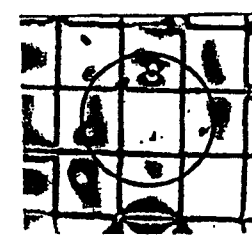
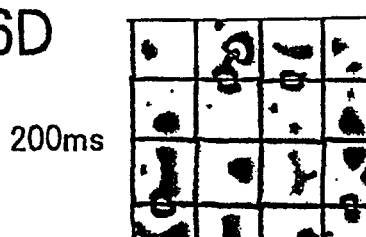


图 46H

图47A

400ms

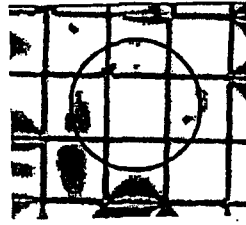
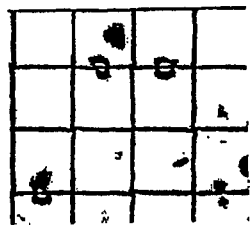


图47B

500ms

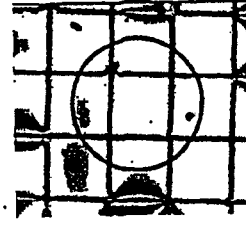
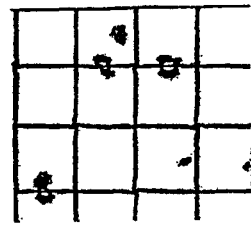


图47C

700ms

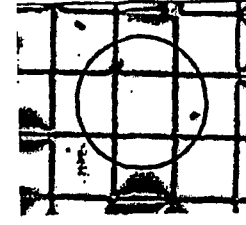
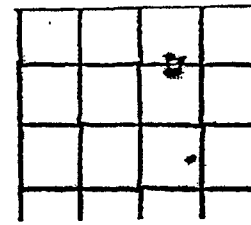


图47D

图47E

图47F

图48B

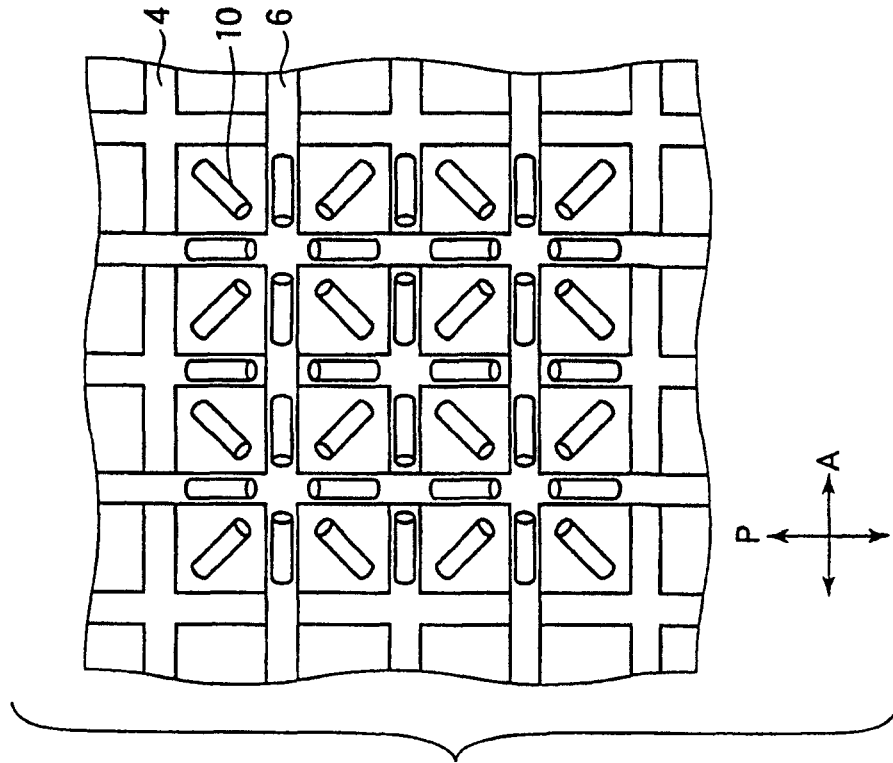


图48A

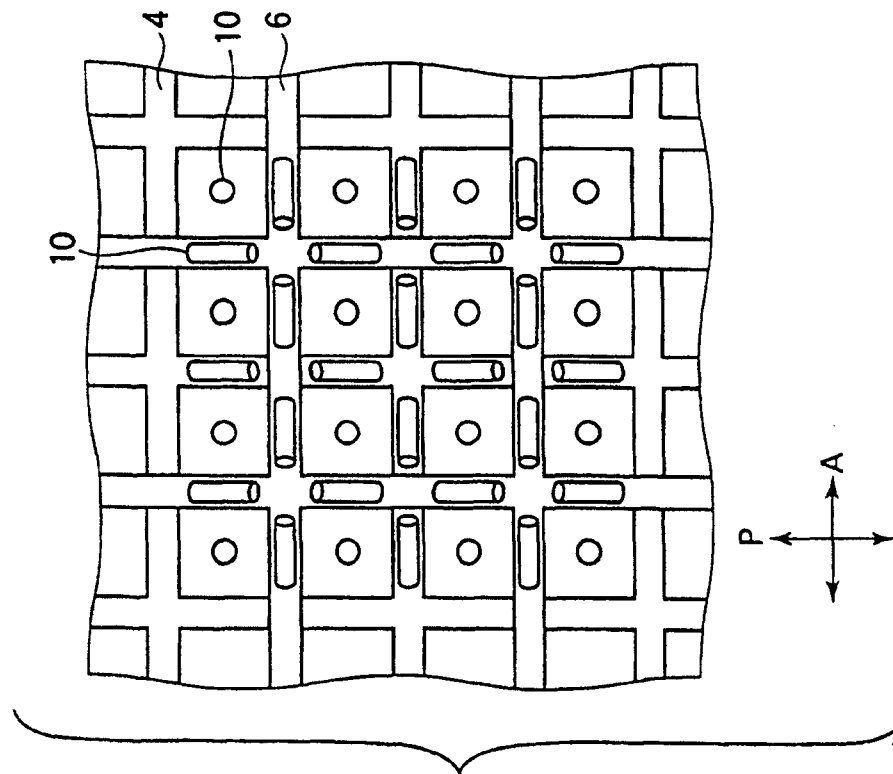




图 49A

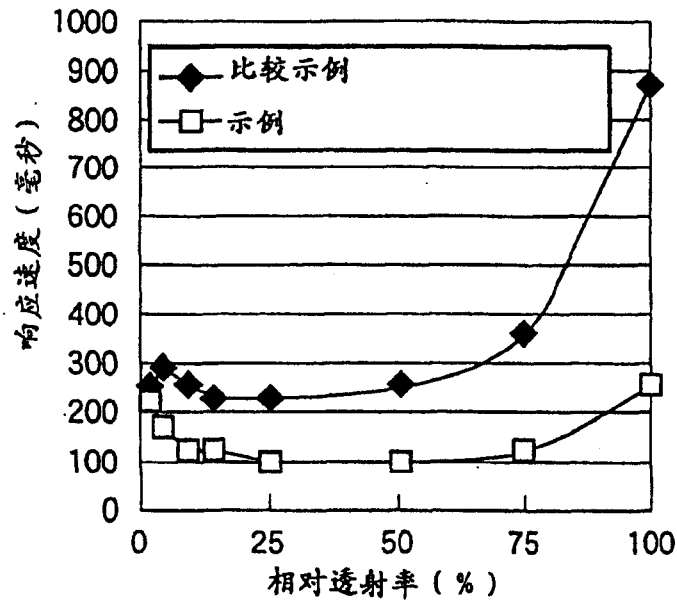


图49B

相对透射率 (%)	Ton (毫秒)	
	比较示例	示例
2.5	260.961	224.045
5	295.161	162.052
10	260.515	125.445
15	229.929	118.874
25	228.541	92.427
50	259.264	90.806
75	363.894	119.771
100	876.173	251.183

图 50B

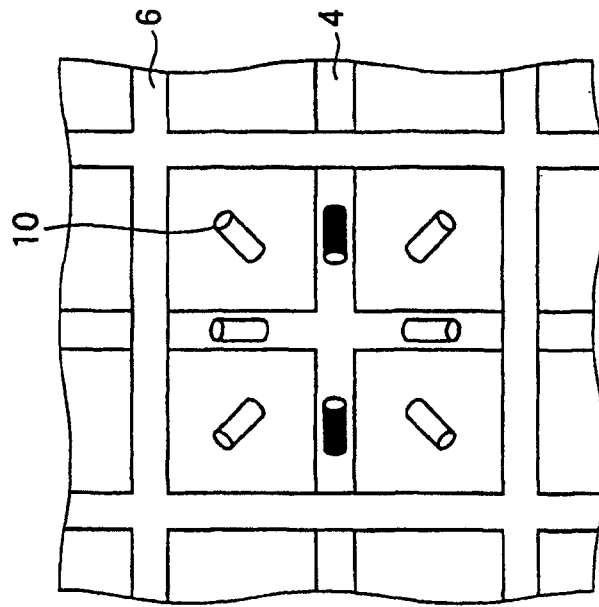


图 50A

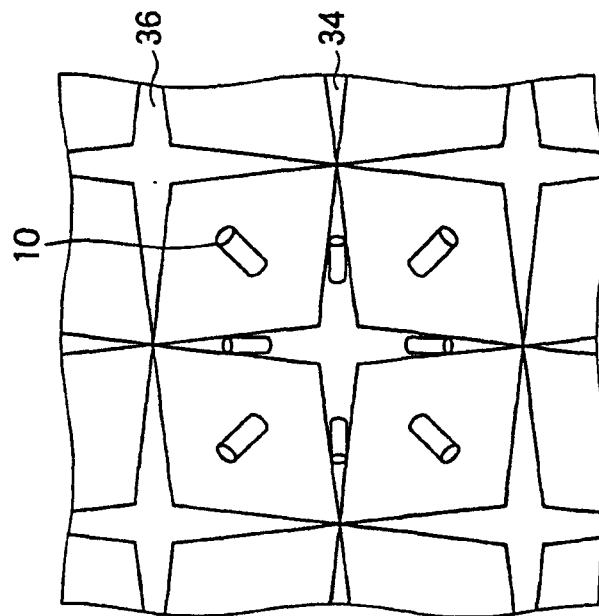


图51B

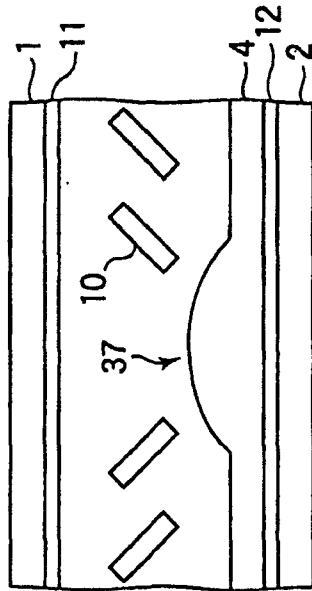


图51A

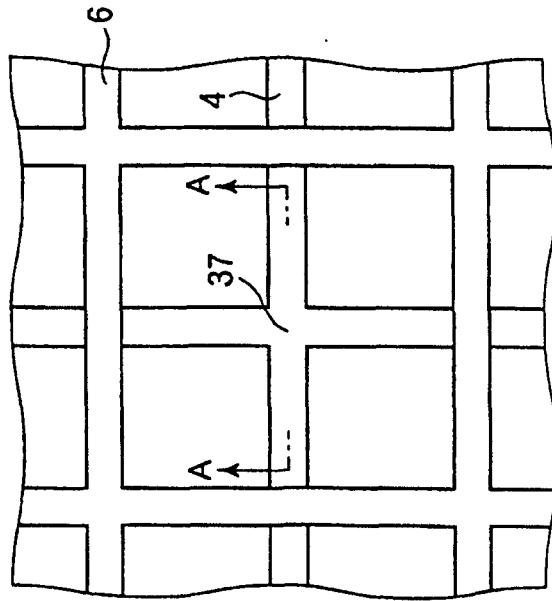


图52B

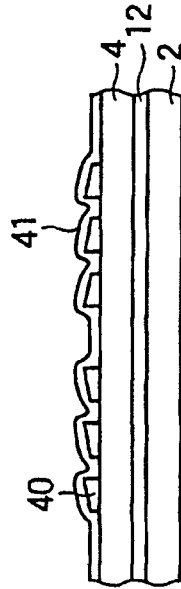
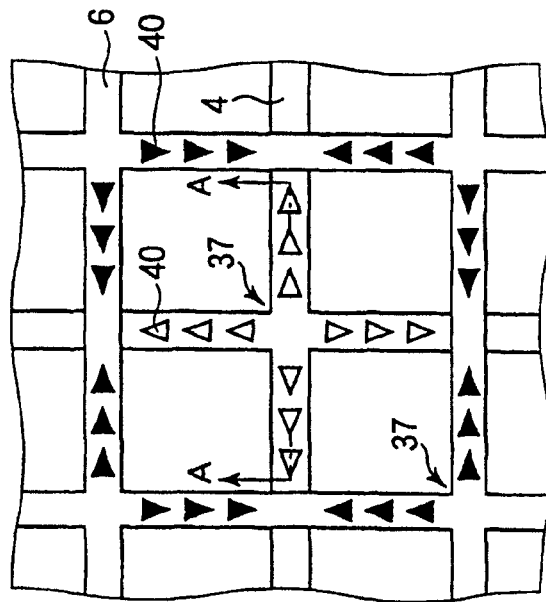


图52A



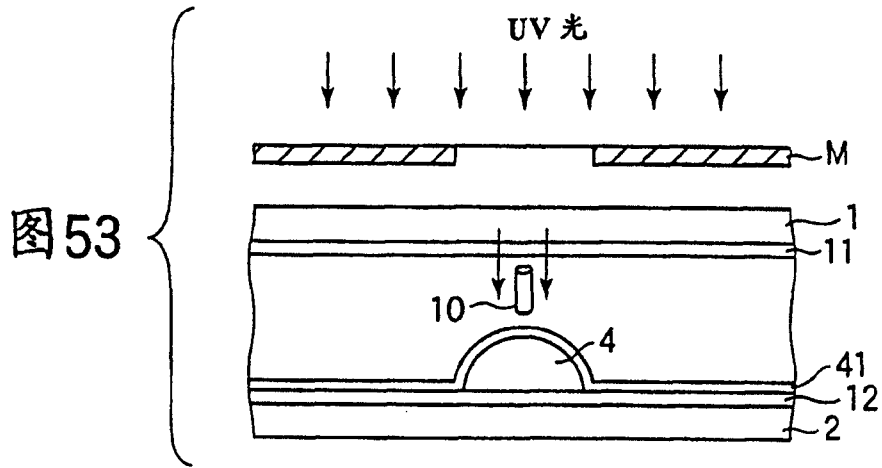


图54

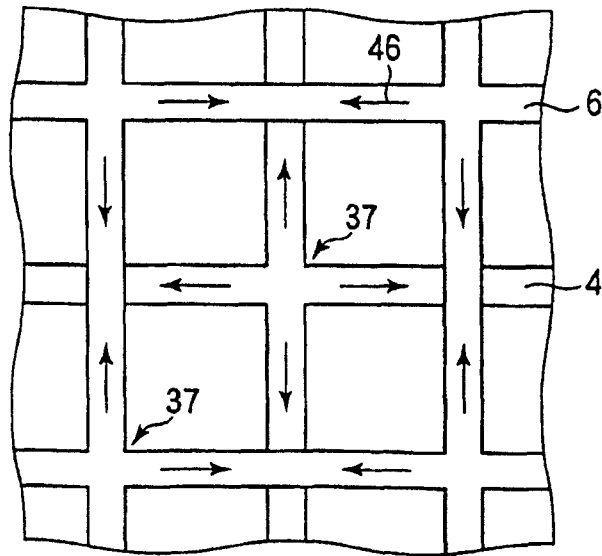


图55

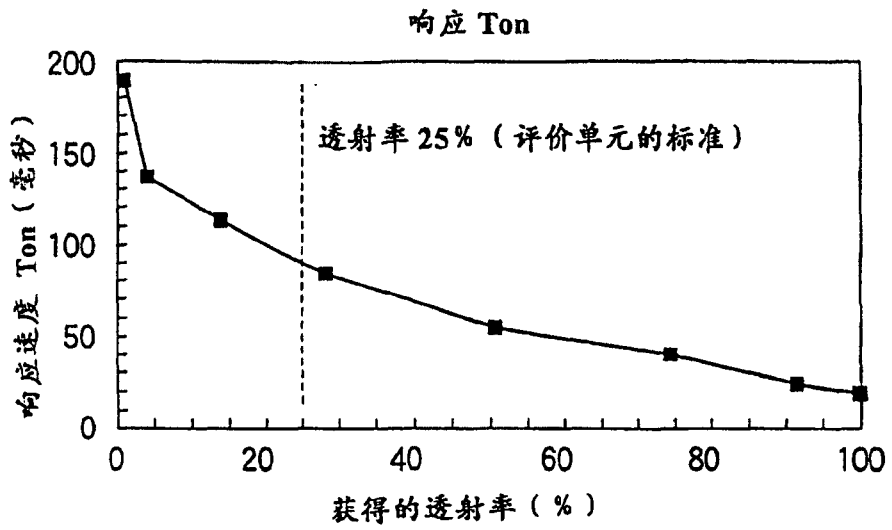


图56

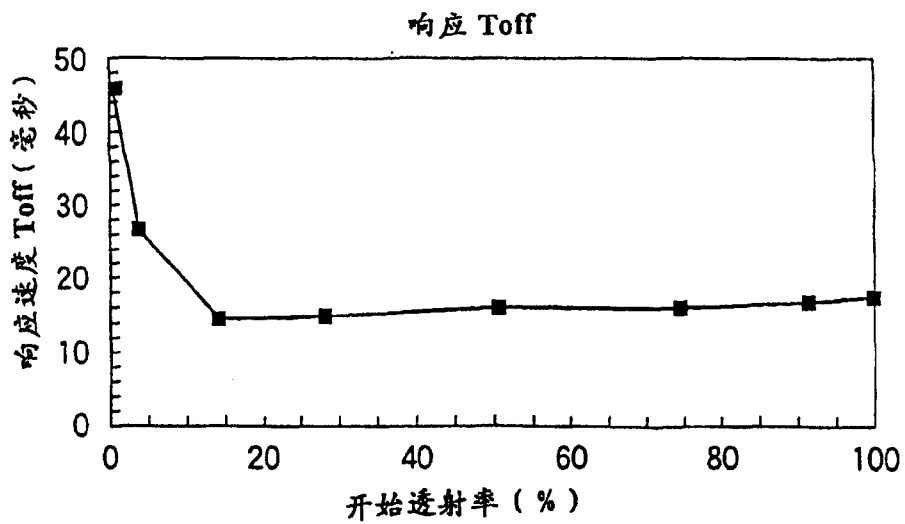


图 57

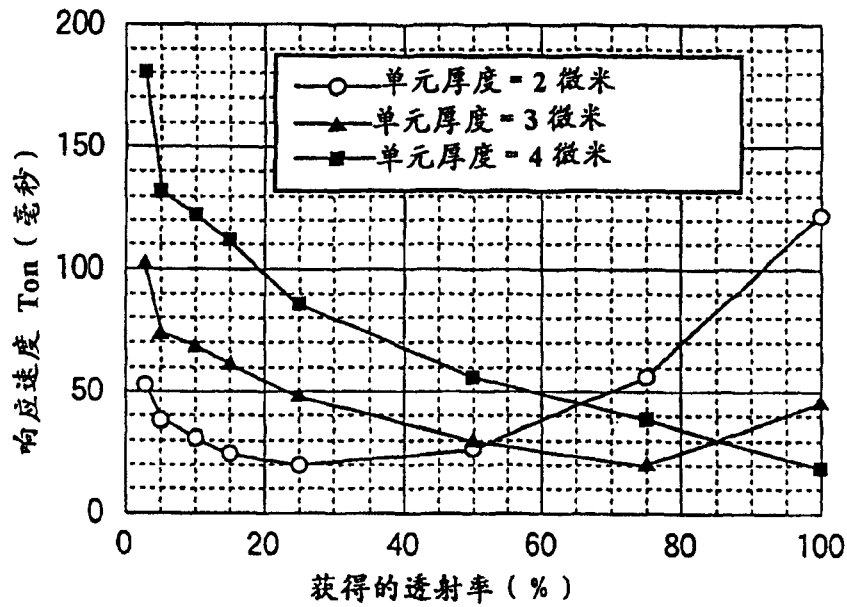


图 58

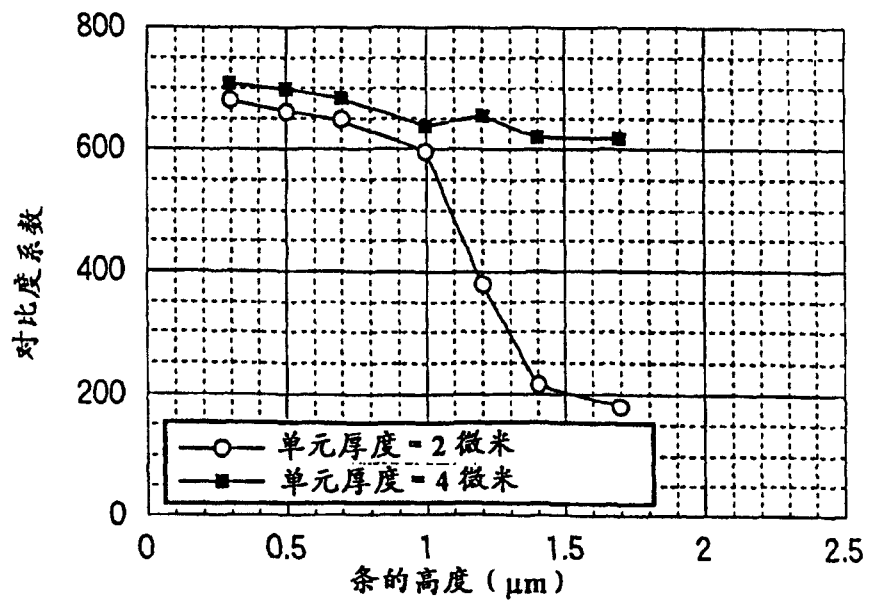


图59

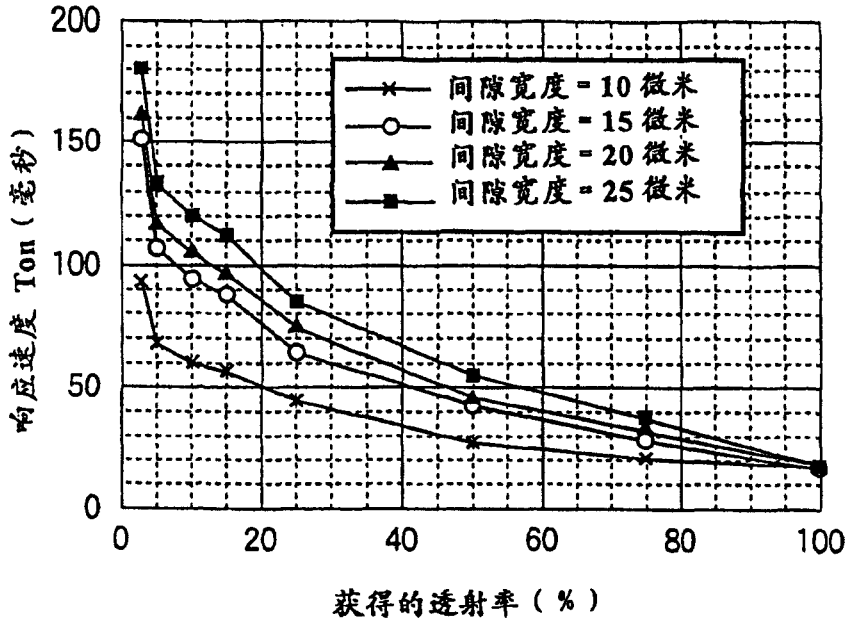


图60

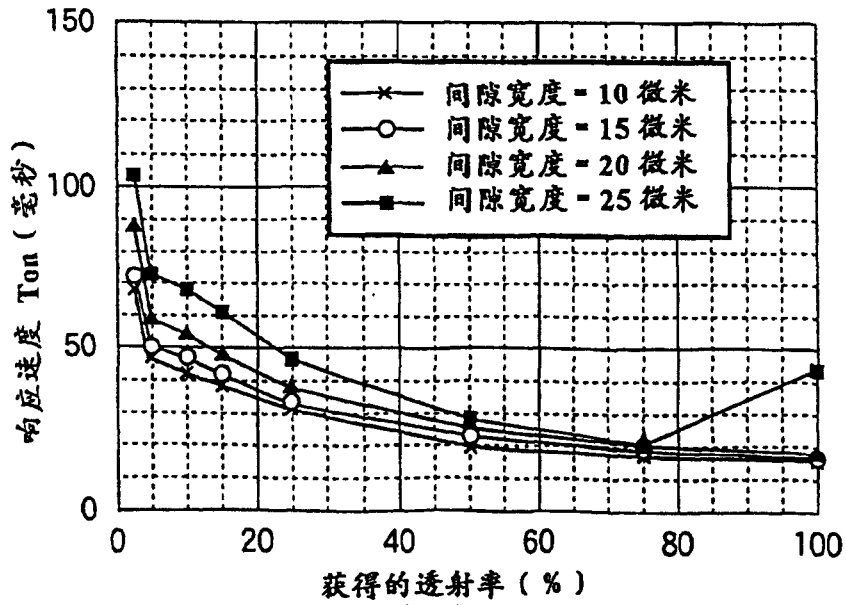




图61

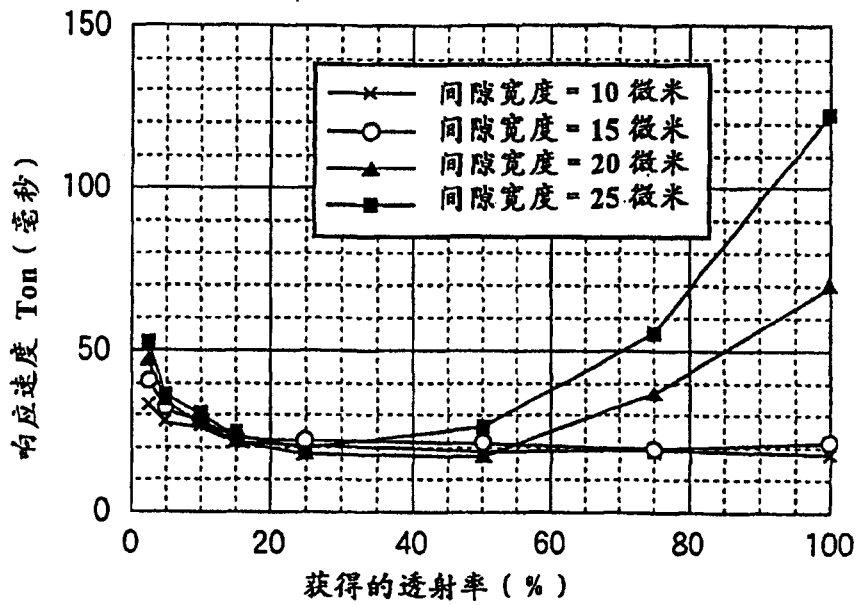


图62

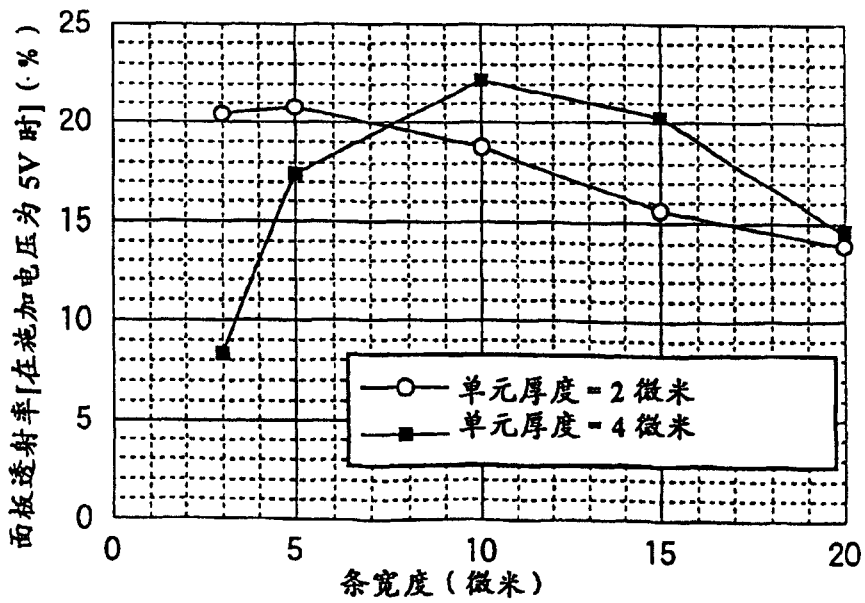


图63

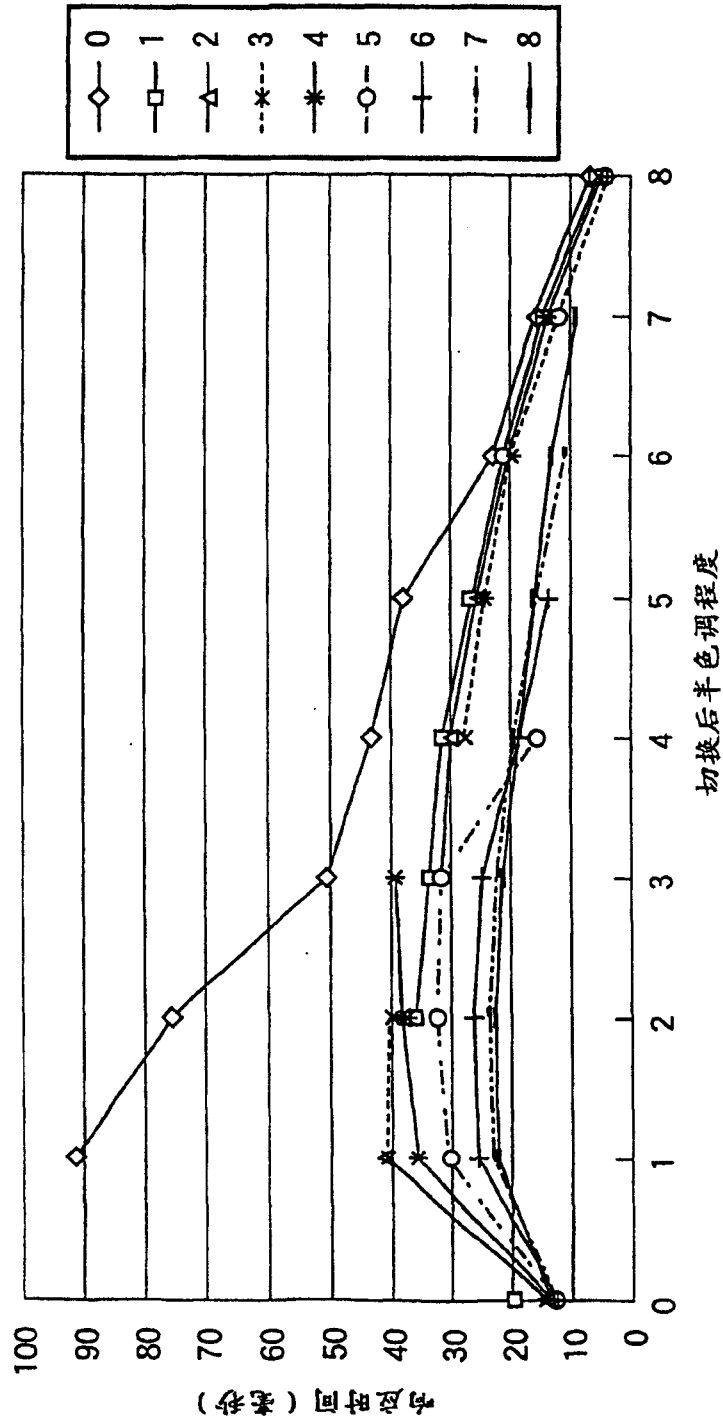


图 64

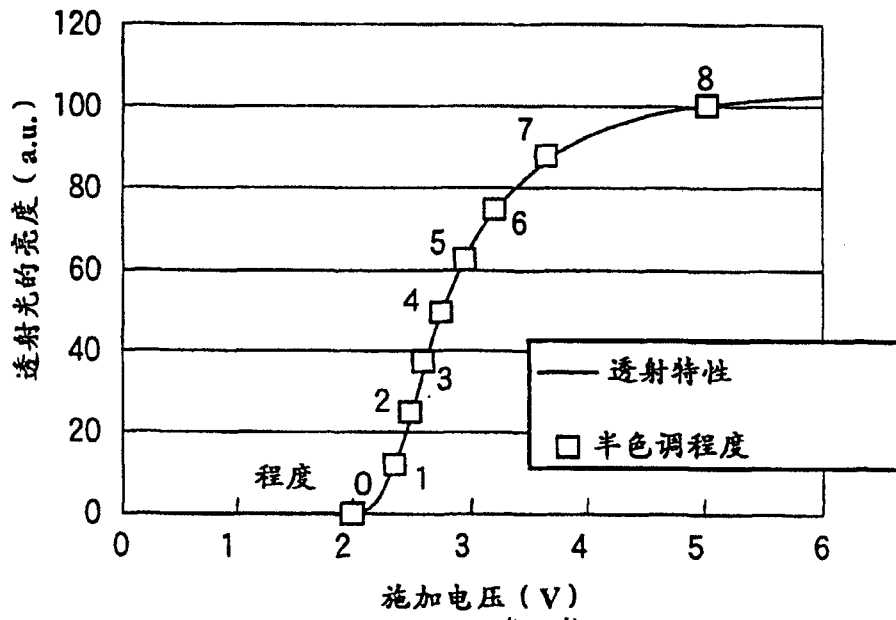


图65

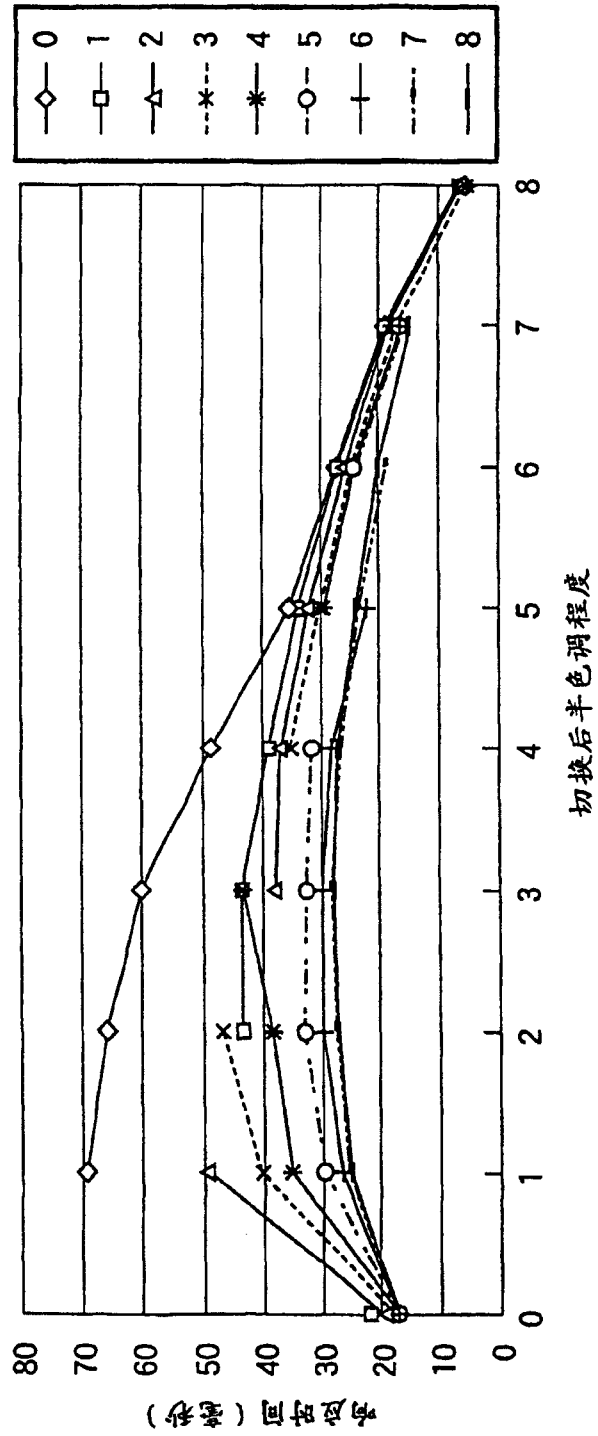


图66

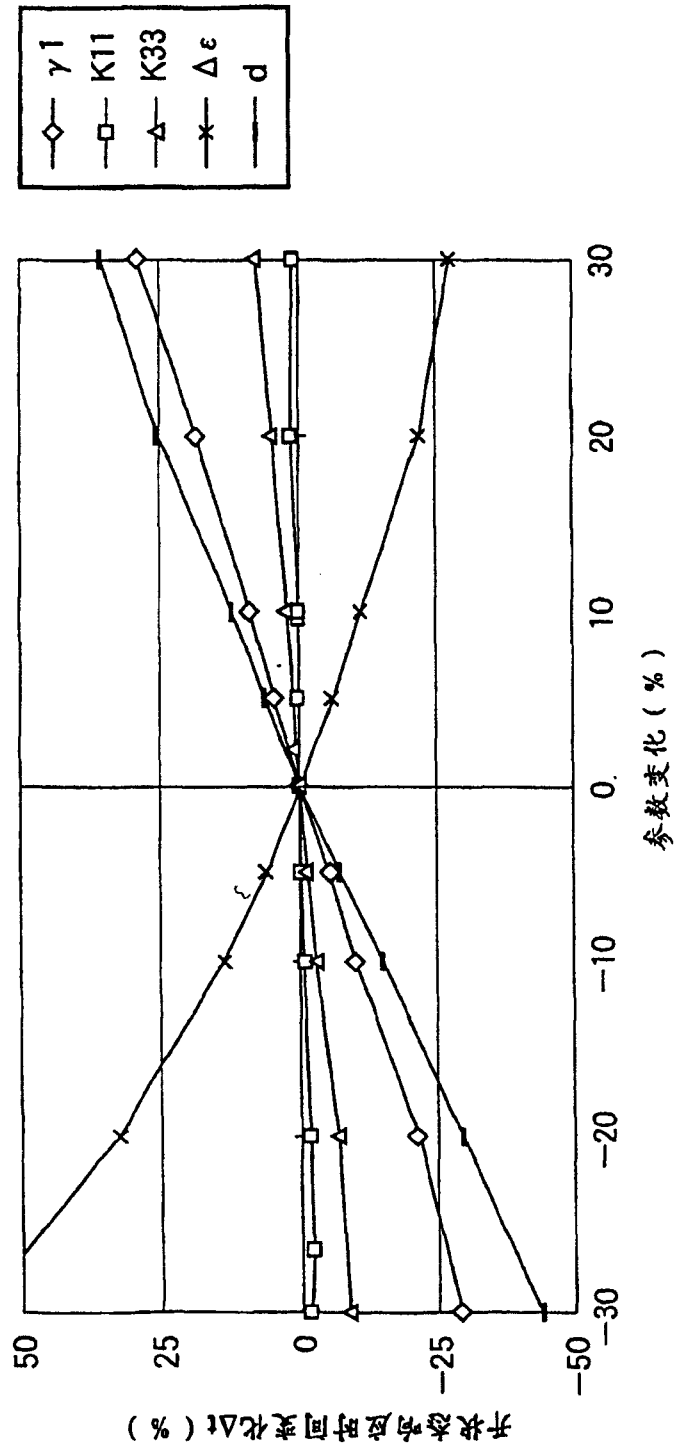


图67

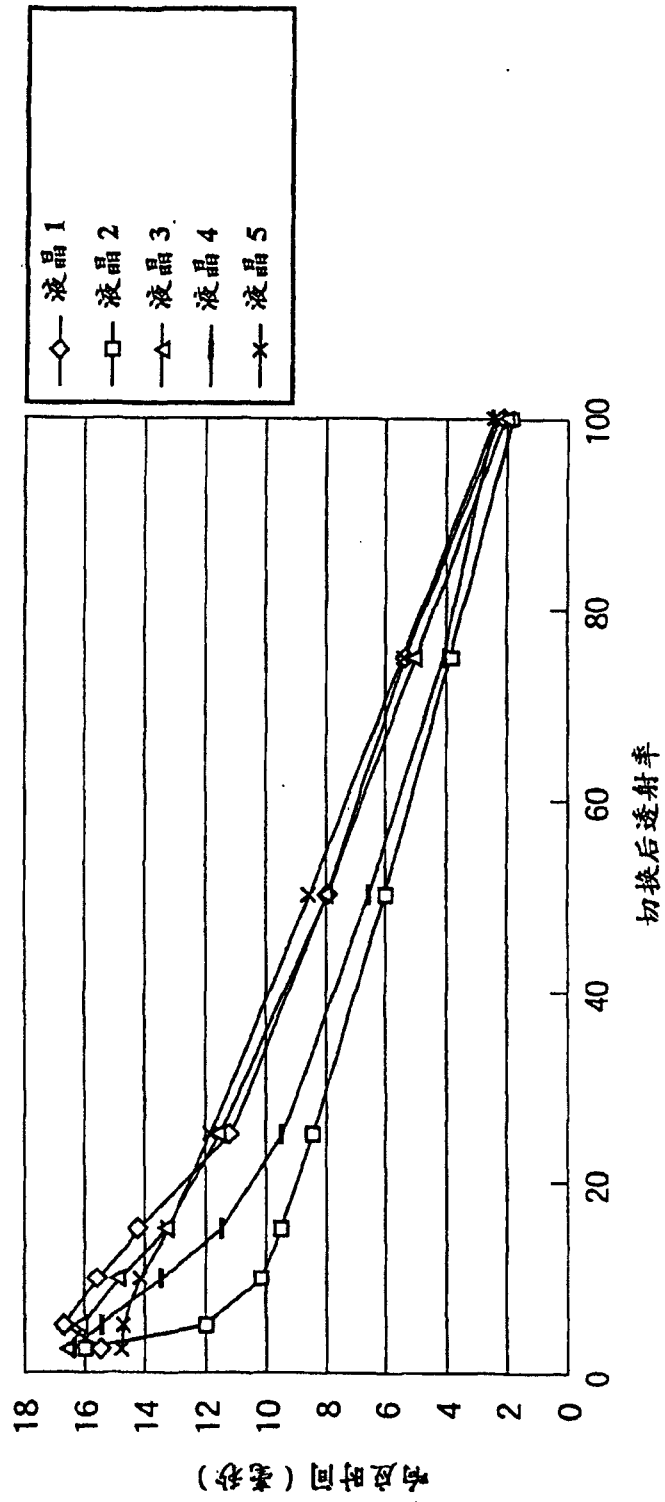


图68

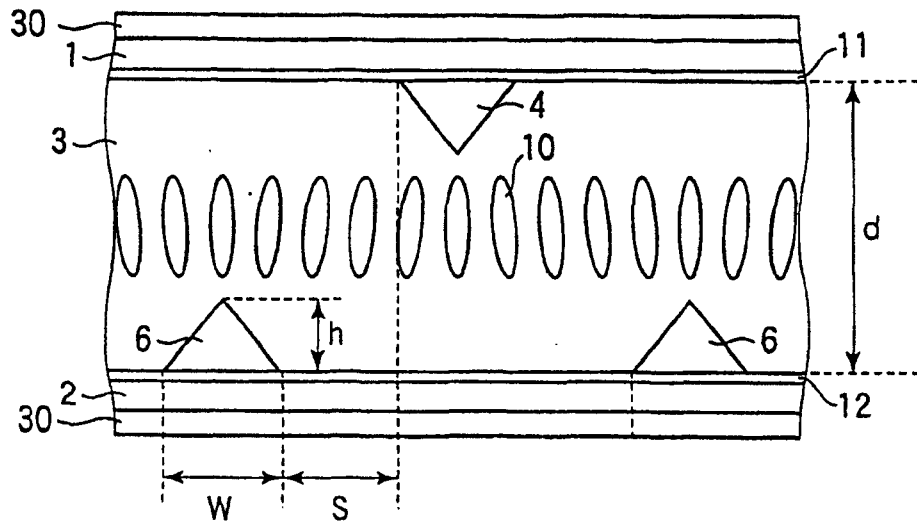


图69

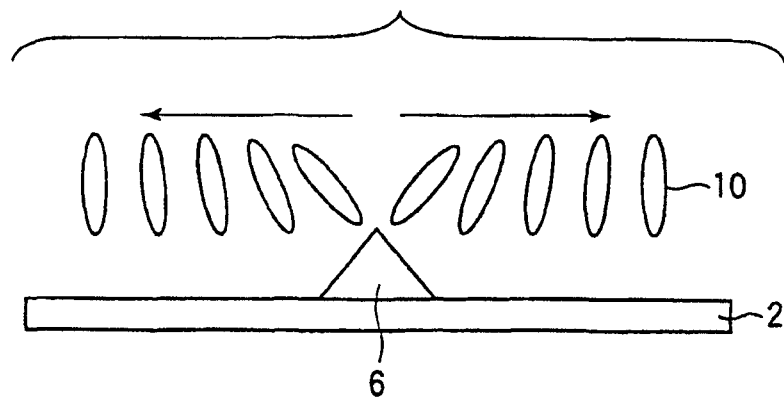


图70

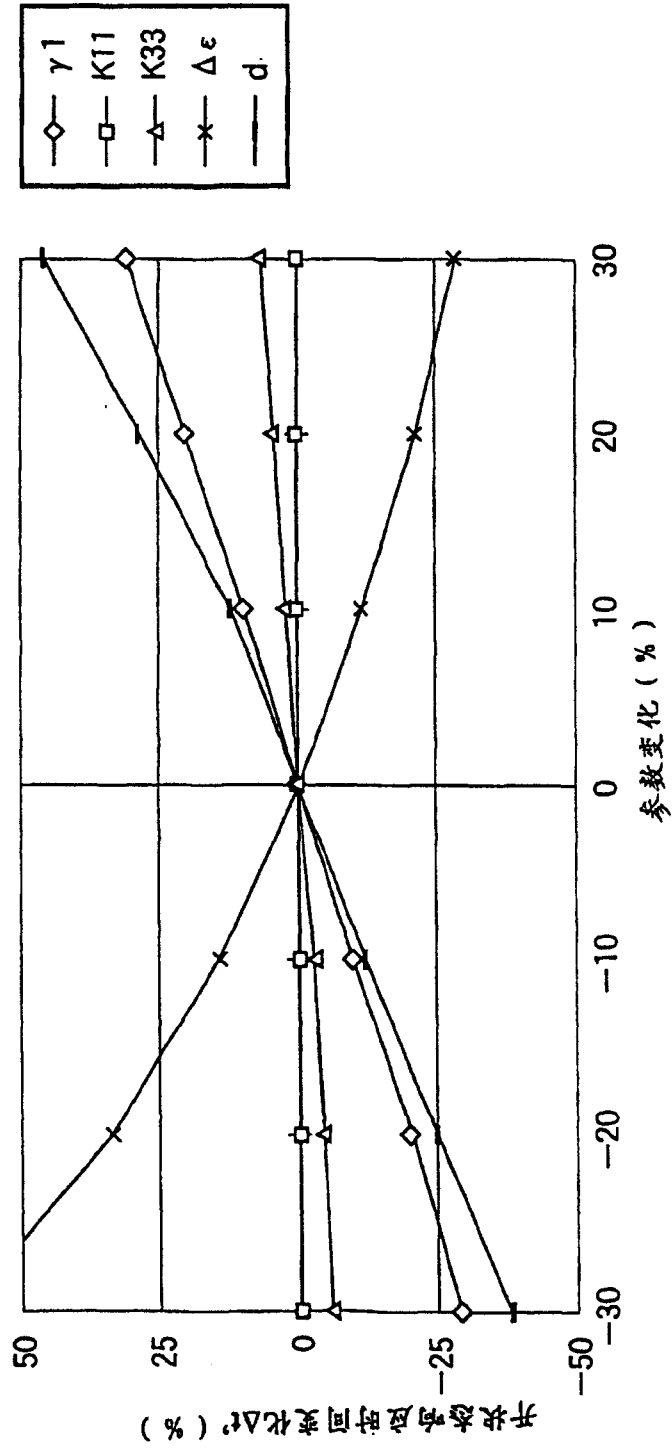




图71

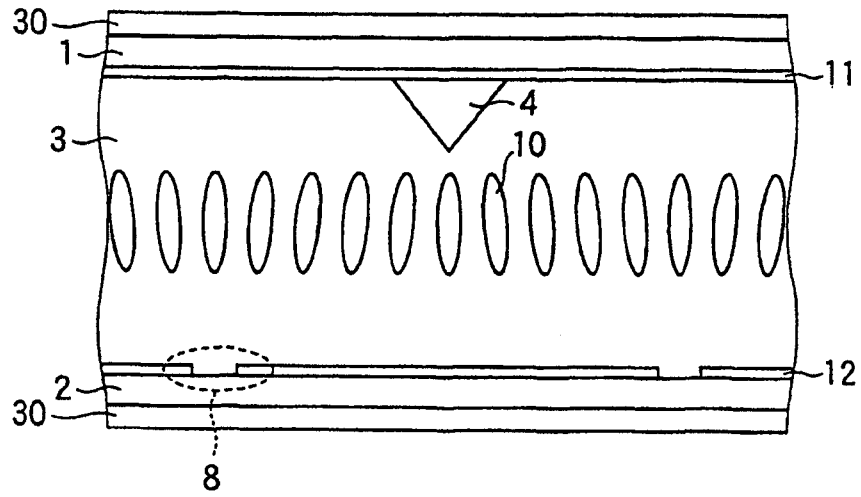


图72A

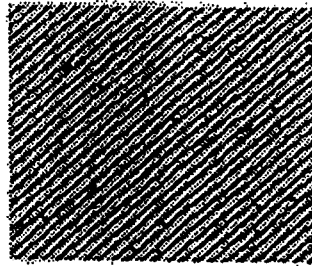


图72B

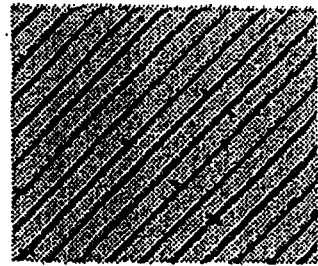


图72C

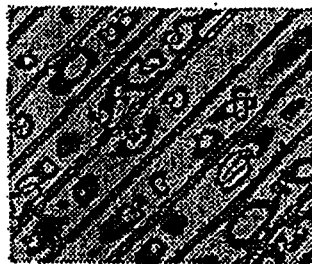


图72D

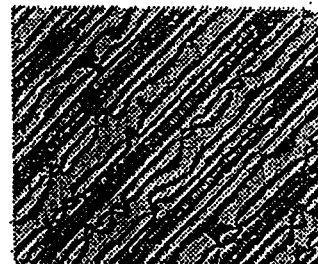


图73A

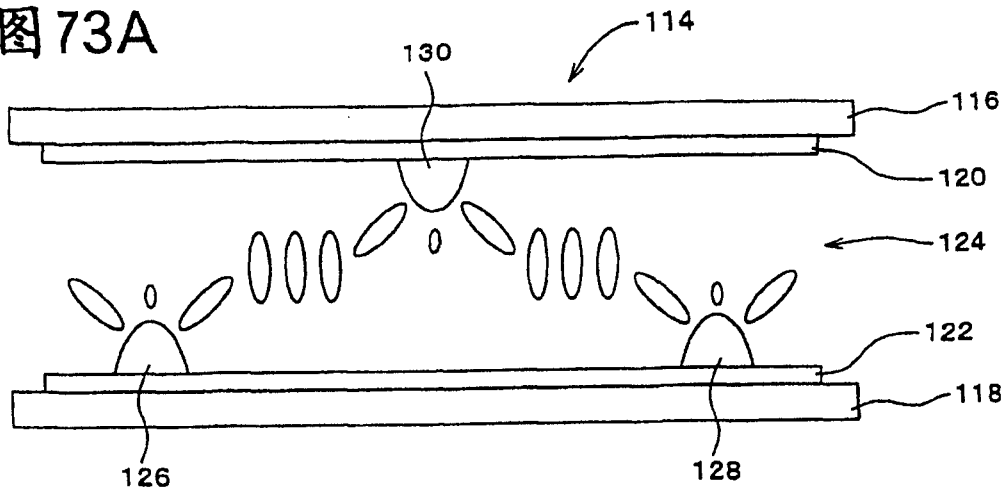


图73B

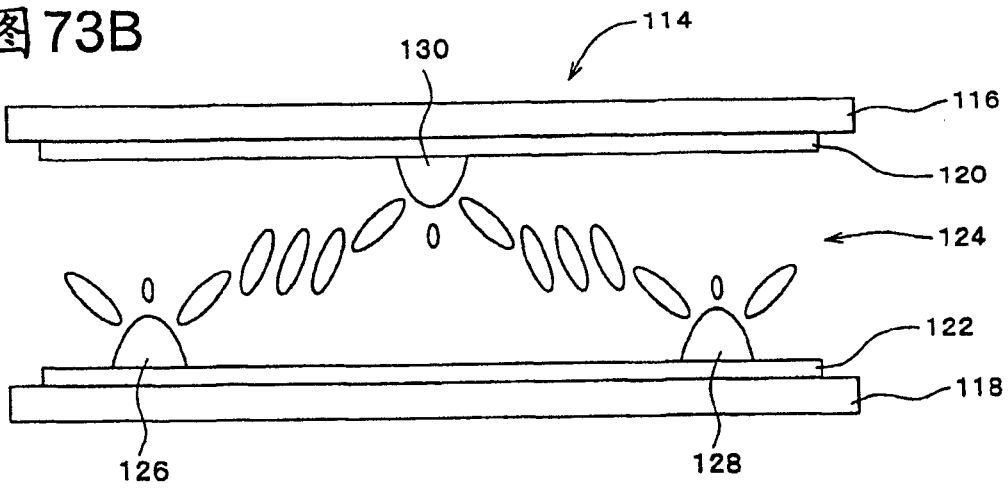


图73C

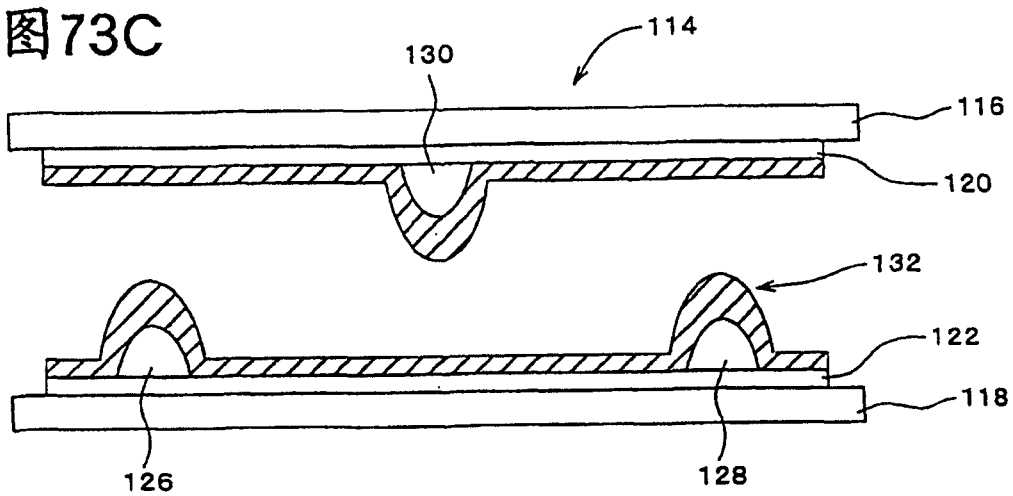


图 74A

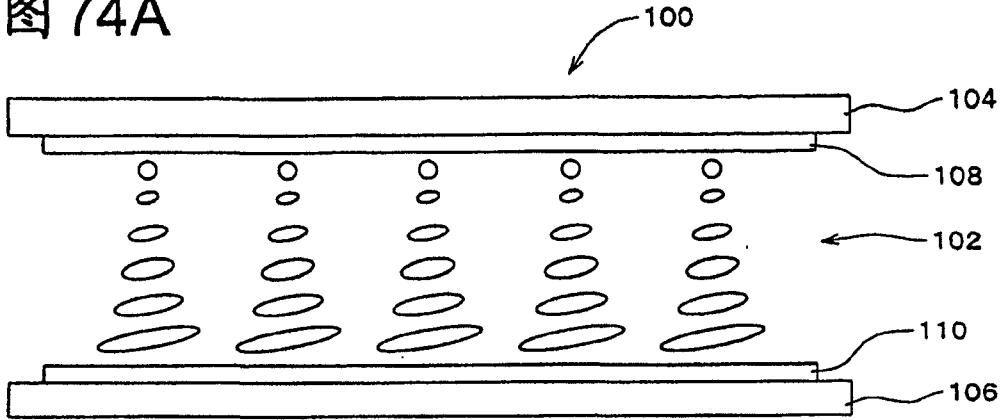


图 74B

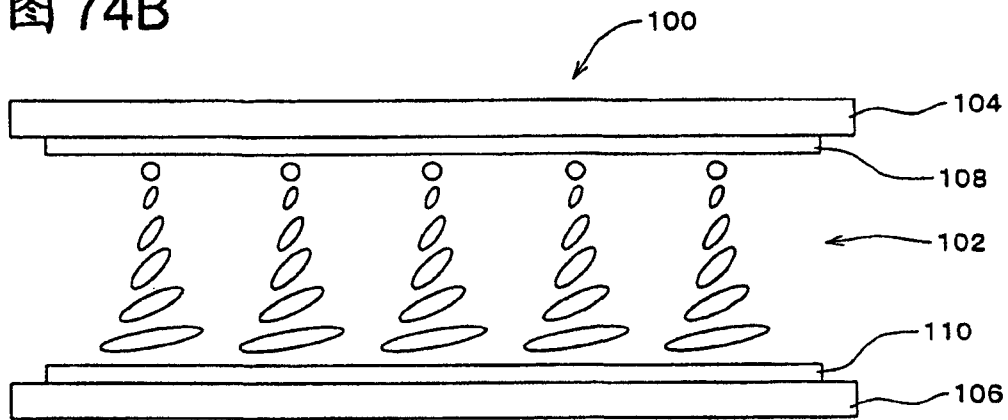


图 74C

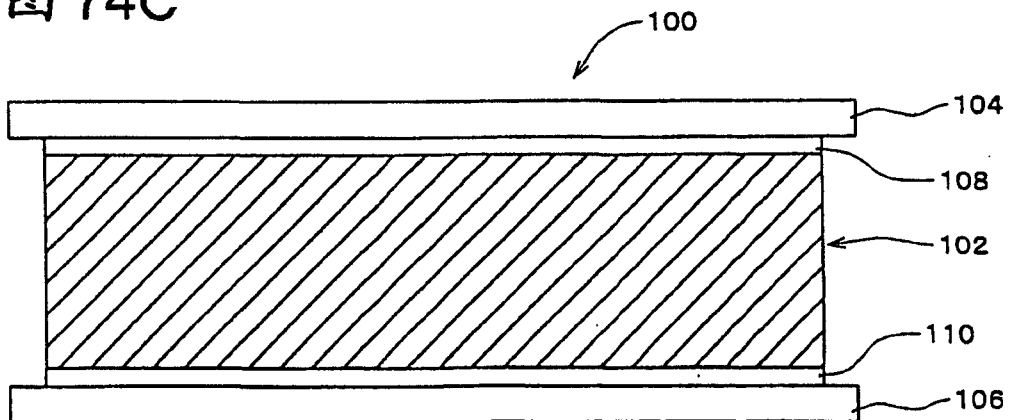


图 75

