[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1343 (2006.01)
G02F 1/139 (2006.01)
G02F 1/136 (2006.01)
G02F 1/1333 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410068745.8

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 100405190C

[22] 申请日 2004.9.6
[21] 申请号 200410068745.8
[30] 优先权
[32] 2003.9.5 [33] JP [31] 314200/03
[73] 专利权人 夏普株式会社
地址 日本大阪市
[72] 发明人 久保真澄 山本明弘 大上裕之
越智贵志
[56] 参考文献
US 6600539 B2 2003.7.29
US 6525797 B2 2003.2.25
US 6509944 B2 2003.1.21
JP 2001-249350 A 2001.9.14
审查员 周佳凝

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 张雪梅 叶恺东

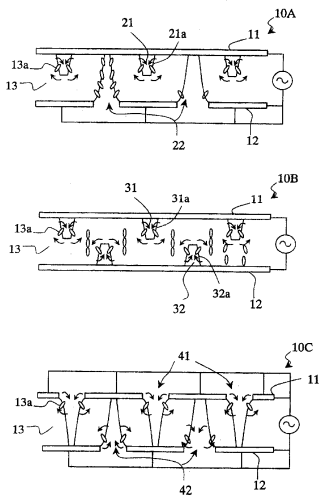
权利要求书 1 页 说明书 26 页 附图 20 页

[54] 发明名称

液晶显示器件

[57] 摘要

一种分隔排列的垂直排列液晶显示器件，该显示器件允许响应特性提高的同时抑制了反差比的降低。该器件具有多个象素，每个象素具有第一电极、与第一电极相对的第二电极，以及置于第一和第二电极之间的垂直排列液晶层。棱置于靠近第一电极的液晶层的表面部分中和/或靠近第二电极的液晶层的表面部分中。所述棱具有与液晶层接触的倾斜侧面，并且满足关系 RL/PS≥0.05(μm^{-1})和 RS/PS≤0.05，其中 RS 是从液晶层法线看到的象素中的侧面的总长度 RL 与棱高度 RH 的乘积(RL·RH)，且 PS 是象素面积。



1.一种液晶显示器件，包括：

一对偏振片，放置为二者的透射轴相互正交；以及

在该对偏振片之间提供的多个象素，

其中该多个象素中的每一个具有第一电极，与第一电极相对的第二电极，置于第一和第二电极之间的垂直排列液晶层，以及置于靠近第一电极的液晶层表面部分中的和/或靠近第二电极的液晶层表面部分中的棱，并且

该棱沿相对于该对偏振片中的一个的透射轴成大约 45° 的方向延伸，具有与液晶层接触的倾斜侧面，并且满足关系 $RL/PS \geq 0.05$（μm^{-1}）和 $RS/PS \leq 0.05$，其中 RS 是从液晶层的法线看到的象素中的侧面的总长度 RL 与棱高度 RH 的乘积（RL·RH），并且 PS 是象素面积。

2.权利要求 1 的液晶显示器件，其中 $RS/PS \leq 0.04$。

3.权利要求 1 的液晶显示器件，其中棱高度 RH 为 1μm 或更小。

4.权利要求 1 的液晶显示器件，其中液晶层的厚度小于 3μm。

5.权利要求 1 的液晶显示器件，其中棱是放置在靠近第一电极的液晶层表面部分中的具有第一宽度的条形棱，

并且象素还具有贯穿第二电极形成的具有第二宽度的条形狭缝，该条形狭缝的延伸方向与所述条形棱的延伸方向一致，以及分别确定在相邻棱和狭缝之间的具有第三宽度的条形液晶区域。

6. 权利要求 5 的液晶显示器件，其中第三宽度为 2μm～14μm。

7. 权利要求 6 的液晶显示器件，其中第三宽度为 12μm 或更小。

8. 权利要求 5 的液晶显示器件，其中第一宽度为 4μm～20μm，且第二宽度为 4μm～20μm。

9. 权利要求 5 的液晶显示器件，其中第一电极是反电极，第二电极是象素电极。

10. 权利要求 5 的液晶显示器件，其中第二宽度与液晶层的厚度之比为 3 或更大。

11. 权利要求 10 的液晶显示器件，其中第三宽度与第二宽度之比为 1.5 或更小。

12. 包括权利要求 1 的液晶显示器件的电子装置。

13. 权利要求 12 的电子装置，还包括用于接收电视广播的电路。

液晶显示器件

技术领域

本发明涉及液晶显示器件，并尤其涉及允许高反差比显示并具有宽视角特性的分隔排列的（alignment- divided）垂直排列型液晶显示器件。

背景技术

近年来，液晶显示器件（LCD）的使用越来越广泛。在各种类型的LCD中，TN LCD已成为主流，其中具有正介电各向异性的向列液晶材料是扭曲的。然而，TN LCD的问题在于对视角的依赖很大，这是液晶分子的排列引起的。

为了降低对视角的依赖性，已经发展了分隔排列的垂直排列LCD，并且这种LCD正广泛使用。例如，作为分隔排列的垂直排列LCD中的一种，日本专利公报No.2947350（文献1）公开了MVA LCD。该MVA LCD包括置于一对电极之间的垂直排列液晶层以实现在标准黑色（NB）模式下显示，并设有畴调节装置（例如，狭缝和/或突出）以使在施加电压期间各象素中的液晶分子向多个不同方向倒（倾斜）。

最近，不仅在LCD TV中，而且在PC显示器和便携式终端设备（例如移动电话和PDA）中，对显示运动图象信息的需要迅速增加。为了在LCD上显示高清晰的运动图象，需要减小液晶层的响应时间（增加响应速度），以便可以在一个垂直扫描周期（典型地，一帧）内达到预定的灰度级。

作为改善MVA LCD的响应特性的一种方法，可以想到的是增加放置在各象素中的棱的整体长度或者增加所述棱的高度。即，通过增加与液晶层接触的棱的斜面的整个面积，能够加强对液晶层的排列调节力，这提高了响应特性（文献1）。

然而，增加棱的斜面的面积会降低反差比，这是由于黑显示状态（某些情况下称作“黑亮度”）下的亮度在棱的斜面附近增加，如文献1中所述（例如，见该文献的图28～32）。文献1描述了在液晶层的两个表面部分中都放置0.7μm～2.0μm高的棱的LCD的评估结果，反差比降低的水平很低，因而在实际观察中不会出现问题。

然而，根据本发明人的检查，棱的斜面面积只是主要决定黑亮度的因素中的一个很小的因素，因此在保证给定级别的反差比（例如，700: 1或更高）的同时提高响应特性并不容易。

考虑到上述问题，本发明的主要目的是提供在抑制反差比的降低的同时能够改善其响应特性的分隔排列的垂直排列LCD。

发明内容

本发明的液晶显示器件包括：一对偏振片，二者的透射轴相互正交；在该对偏振片之间提供的多个象素或象素阵列，其中多个象素中的每一个具有第一电极、与第一电极相对的第二电极、置于第一和第二电极之间的垂直排列液晶层、以及置于靠近第一电极的液晶层的表面部分中的和/或靠近第二电极的液晶层的表面部分中的棱，这些棱以相对于该对偏振片中的一个的透射轴大约成45°的方向延伸，其倾斜侧面与液晶层接触，并且满足关系 $RL/PS \geq 0.05(\mu m^{-1})$ 和 $RS/PS \leq 0.05$，其中RS是垂直于液晶层看到的象素中的侧面的总长度RL与棱的高度RH的乘积（RL·RH），PS是象素面积。

在一个实施例中，$RS/PS \leq 0.04$。

在另一实施例中，棱的高度RH优选为1μm或更小。

在另一实施例中，优选液晶层的厚度小于3μm。

在另一实施例中，棱是放置在靠近第一电极的液晶层的表面部分中的具有第一宽度的条形棱，象素还具有贯穿第二电极形成的具有第二宽度的条形狭缝，以及分别确定在相邻的棱和狭缝之间的具有第三宽度的条形液晶区域。

在另一实施例中，第三宽度优选为2μm~14μm，更优选为12μm或更小。

在另一实施例中，优选第一宽度为4μm~20μm，且第二宽度为4μm~20μm。

在另一实施例中，第一电极是反电极，第二电极是象素电极。

在另一实施例中，第二宽度/液晶层的厚度为3或更大。

在另一实施例中，第三宽度/第二宽度为1.5或更小。

本发明的电子装置包括上述的液晶显示器件。

在一个实施例中，所述装置还包括用于接收电视广播的电路。

在本发明的具有棱的分隔排列的垂直排列LCD中，棱放置的条件

（棱的长度和斜面面积相对于象素面积的比例）设定落在各预定范围内。因此，获得了高反差比和改善了的响应特性。此外，根据本发明，提供了当采用OS驱动时能够高清晰地显示运动图像的分隔排列的垂直排列LCD。

通过提供用于接收电视广播（例如，通过卫星、电缆和/或电磁波等）的电路，本发明的LCD适于用作LCD TV。本发明的LCD也适用于用于显示运动图像的电子装置，例如个人计算机和PDA。

附图说明

图1A、1B和1C的剖面图示意性示出了本发明的实施例的MVA LCD的基本结构。

图2的局部剖面图示意性示出了本发明的实施例的LCD 100的剖面结构。

图3是LCD 100的象素部分100a的平面示意图。

图4A、4B和4C沿垂直于棱延伸的方向截取的具有倾斜角为θ≒45°（4A），θ<45°(4B)和θ>45°(4C)的棱21的截面示意图。

图5的曲线示出了样机LCD的棱斜面面积RS/象素面积PS与黑显示透射率之间的关系。

图6的曲线图示出了样机LCD 1～18的棱斜面面积RS/象素面积PS与反差比之间的关系。

图7示出了当进行OS驱动时，使用高速照相机观察到的LCD 100的象素中的亮度分布的变化的测量结果。

图8A和8B的曲线分别示出了在25℃和5℃的测量温度下，当对MVA LCD采用OS驱动时透射率随时间的变化。

图9的曲线图示出了具有不同LC区域宽度W3的各种LCD在施加OS电压后获得的透射率的最小值（或底部），这些最小值作为图8A和8B中所示的透射率随时间的变化的测量结果获得。

图10A和10B的曲线图示出了由角形响应（horn response）引起的问题的主观评估结果。

图11的曲线示出了LC区域宽度W3和第三LC部分R3的宽度之间的关系。

图12是图9的曲线中的值相对于第三LC部分R3的宽度重画的曲

线图。

图 13A 和 13B 的曲线图示出了为实施例的具有各种单元参数的 LCD 确定的透射效率的结果，图 13C 的曲线图示出了这些 LCD 的孔径比。

图 14 示意性示出了靠近狭缝 22 的液晶区域 13A 的一部分中液晶分子 13a 的排列。

图 15A 和 15B 是证明 LCD 的层间绝缘膜对液晶分子的排列的影响的示意图。

图 16A 的曲线示出了 LC 区域宽度 W3 和液晶层的厚度 d 的乘积与透射率周转时间之间的关系，图 16B 是定义透射率周转时间的视图。

图 17A～17C 的曲线示出了当对本发明的实施例的 LCD 和传统 LCD 进行 OS 驱动时所观察到的透射率随时间的变化。

图 18 示出了用于获得图 17A～17C 中所示的透射率随时间的变化所使用的 OS 电压的那组值。

图 19 的平面图示意性示出了本发明的另一实施例的 LCD 的象素结构。

图 20A 和 20B 的示意图说明了 MVA LCD 中与运动图象显示有关的问题。

具体实施方式

下面将参照有关附图描述本发明的实施例的 LCD 以及这些 LCD 的驱动方法。

首先，将参照图 1A 描述本发明的实施例的分隔排列的垂直排列 LCD 的结构。

本发明的实施例的 LCD 10A 包括多个象素，每个象素具有第一电极 11、与第一电极 11 相对的第二电极 12，以及置于第一电极 11 和第二电极 12 之间的垂直排列液晶层 13。该垂直排列液晶层 13 包括具有负介电各向异性的液晶分子，这些液晶分子在不施加电压或电压施加低于阈值电压时相对于第一和第二电极 11 和 12 的平面大致垂直排列（例如，以 87°～90°的角）。典型地，通过分别在与液晶层 13 相对的第一和第二电极 11 和 12 的表面上提供垂直排列膜（未示出）来获得这种排列。可以提供棱（突出）等作为排列调节装置，并且在这种情况下，由于也在棱或突出上提供垂直排列膜，液晶分子相对于与液晶层相对的棱等的表面大致垂直排列。

在靠近电极 11 的液晶层 13 的表面部分中提供棱 21，同时在靠近第二电极 12 的液晶层 13 的表面部分中提供狭缝 22。在棱 21 和狭缝 22 之间确定的各液晶区域中，液晶分子 13a 处于棱 21 和狭缝 22 施加的排列调节力作用下。一旦在第一和第二电极 11 和 12 之间施加高于阈值电压的电压，液晶分子 13a 就向图 1A 中箭头所示的方向倒（倾斜）。即，在调节装置之间的各液晶区域中，液晶分子以相同方向倒。因而这种液晶区域可以被认为是畴。

棱 21 和狭缝 22（在下文中，在某些情况下统一称为“排列调节装置”；所述排列调节装置对应于上述文献 1 中所描述的畴调节装置）以条形置于各象素中。图 1A 是沿垂直于条形排列调节装置的延伸方向截取的剖面视图。在各排列调节装置的两侧形成其中液晶分子 13a 向相互差大约 180°方向倒的液晶区域（畴）。

在 LCD 10A 中，棱 21 和狭缝 22 以条形延伸。棱 21 用来使液晶分子 13a 大致垂直于棱 21 的侧面排列，从而液晶分子 13a 沿垂直于棱 21 延伸的方向排列。狭缝 22 用来在第一和第二电极 11 和 12 之间有电势差时，在液晶层的靠近狭缝 22 边缘的区域产生倾斜电场，从而液晶分子 13a 沿垂直于狭缝 22 延伸的方向排列。棱 21 和狭缝 22 相互平行放置，其间有预定间隔，并且液晶区域（畴）在彼此相邻的棱 21 和狭缝 22 之间形成。即，各象素区域中液晶层 13 是分隔排列的。

图 1B 和 1C 中所示的结构也是作为 MVA LCD 已知的。然而，在本发明下面的描述中，采用图 1A 中所示的结构，原因如下所述。

图 1B 中所示的 LCD 10B 与图 1A 中所示的 LCD 10A 的不同在于，在液晶层 13 的两个表面部分中提供棱 31 和 32 作为第一和第二排列调节装置。棱 31 和 32 相互平行放置，其间有预定间隔，用来使液晶分子 13a 大致垂直于棱 31 的侧面 31a 和棱 32 的侧面 32a 排列，从而在这些棱之间形成液晶区域（畴）。

图 1C 中所示的 LCD 10C 与图 1A 中所示的 LCD 10A 的不同在于，在液晶层 13 的两个表面部分中提供狭缝 41 和 42 作为第一和第二排列调节装置。狭缝 41 和 42 用来在第一和第二电极 11 和 12 之间有电势差时，在液晶层 13 的靠近狭缝 41 和 42 边缘的区域产生倾斜电场，从而液晶分子 13a 沿垂直于狭缝 41 和 42 延伸的方向排列。狭缝 41 和 42 相互平行放置，其间有预定间隔，在这些狭缝之间形成液晶区域（畴）。

本实施例的 LCD 10A 采用在液晶层的两个表面部分中提供的棱 21 和狭缝 22 作为排列调节装置。相对于使用在液晶层的两个表面部分中的棱 31 和 32 的 LCD 10B 的结构，这种结构能够抑制由于棱的斜面的排列调节力引起的黑亮度的增加。

图 1A 所示的 LCD 10A 的结构的另一优点是使制造步骤数的增加最小化。在贯穿象素电极形成狭缝时不需要额外步骤。至于反电极，在其上放置棱所增加的步骤数小于贯穿其形成狭缝所增加的步骤数。第一和第二电极 11 和 12 可以是相对的电极，其间有液晶层 13。典型地，一个电极是反电极，另一电极是象素电极。注意此处，将以使用反电极和象素电极分别作为第一和第二电极 11 和 12 为例来描述本发明的实施例。

制造了单元参数不同的具有图 1A 所示的基本结构的 LCD 的样机，以检验黑亮度和响应特性之间的关系。

首先将参照图 2 和 3 描述本发明的实施例的 LCD 的基本结构。图 2 是示意性示出本发明的 LCD 100 的剖面结构的局部截面图，图 3 是 LCD 100 的象素部分 100a 的平面视图。LCD100 与图 1A 中的 LCD 10A 在基本结构上是相同的。因此用相同的参考数字表示相同的部件。

LCD 100 具有位于第一衬底（如，玻璃衬底）10a 和第二衬底（例如玻璃衬底）10b 之间的垂直排列液晶层 13。反衬底 11 在与液晶层 13 相对的第一衬底 10a 的表面上形成，棱 21 在反电极 11 上形成。形成垂直排列薄膜（未示出）基本覆盖与液晶层 13 相对的包含棱 21 的反电极 11 的整个表面。棱 21 成如图 3 所示的条形延伸，从而相邻的棱 21 基本相互平行，其间隔开一致的间隔（间距）P。棱 21 的宽度 W1（垂直于延伸方向的宽度）也是一致的。

栅极总线（扫描线）和源极总线（信号线）51，以及 TFT（未示出）在与液晶层 13 相对的第二衬底 10b 的表面上形成，并且形成层间绝缘膜 52 覆盖这些部件。具有平坦表面的层间绝缘膜 52 由厚度为 1.5μm～3.5μm 的透明树脂膜等形成，因而能使栅极总线和/或源极总线与象素电极 12 的重叠放置。这有利于改善孔径比。

贯穿象素电极 12 形成条形狭缝 22，并且形成垂直排列膜（未示出）基本覆盖包括狭缝 22 的象素电极 12 的整个表面。如图 3 所示，狭缝 22 相互平行以条形延伸，从而粗略地二等分相邻棱 21 之间的间

隔。狭缝 22 的宽度 W2（垂直于延伸方向的宽度）是基本一致的。在某些情况下由于制造工艺的变化、衬底键合中的未对准等，上述的狭缝和棱的形状和排列可能偏离于各设计值。上面的描述不排除这些偏离。

具有宽度 W3 的条形液晶区域 13A 限定在相邻的相互平行延伸的条形棱 21 和狭缝 22 之间。在液晶区域 13A 中，排列方向由位于该区域两侧的棱 21 和狭缝 22 调节。所述液晶区域（畴）在每个棱 21 和狭缝 22 的相对侧上形成，其中液晶分子 13a 的倾斜方向相互大约相差 180°。如图 3 所示，在 LCD 100 中，棱 21 和狭缝 22 沿相互成约 90° 的两个方向延伸，并且各象素部分 100a 有四种类型的液晶区域 13A，其中液晶分子 13a 的排列方向相互差约 90°。虽然棱 21 和狭缝 22 的排列不限于上述例子，但是这种排列保证了优良的视角特性。

在第一和第二衬底 10a 和 10b 的外表面上放置一对偏振片（未示出），使其透射轴大致相互垂直（处于正交偏振状态）。如果放置偏振片使其透射轴与所有四种类型的液晶区域 13A 的排列方向大约成 45°，这四种液晶区域 13A 的排列相互成约 90°，就能够最有效地利用液晶区域 13A 的阻滞作用的变化。因此，应当优选偏振片的放置使得其透射轴大致与棱 21 和狭缝 22 的延伸方向成 45°。在观察通常在横向于显示平面运动的显示器件中，例如 TV，为了抑制显示质量对视角的依赖，优选其中一个偏振片的透射轴沿横向于显示平面的方向延伸。在下面的检验中，与厚度 d 无关而将液晶层的阻滞（双折射率 Δn 与液晶层的厚度 d 的乘积 Δn · d）保持在约为 300nm，使棱和狭缝沿相对于偏振片的透射轴成大约 45° 延伸。

实际制造了具有上述基本结构的单元参数不同的 13 英寸的 VGA LCD 的样机（样机 LCD 1～18），以检验显示特性和响应特性。下面的表 1 示出了部分检验结果，其中黑亮度和反差比作为显示特性评估。至于单元参数，除了液晶层的厚度 d，表 1 还示出了棱间距 P、棱宽度 W1、狭缝宽度 W2 以及液晶区域的宽度 W3（LC 区域宽度（ITO 宽度）W3）、棱长度 RL、棱高度 RH、棱长度 RL 和棱高度 RH 的乘积 RS、以及 RL 和 RS 与象素面积 PS 的比率。象素面积 PS 是通过从一个象素部分（例如，行方向中的间距 × 列方向中的间距 = 138 μm × 144 μm）的面积中减去光阴影部分的面积（被总线和黑基质遮避的部分的面积 =

22015.7μm²）而获得的面积，包括棱21和狭缝22的部分。液晶层厚度d、棱间距P、棱宽度W1、狭缝宽度W2、LC区域宽度（ITO宽度）W3以及棱高度RH的值是实际测量值，而棱间距P和棱长度RL是设计值。

棱长度RL是指存在于各象素中并且向液晶层施加排列调节力的棱的斜面的总长度。应当注意。虽然每个棱21有两个斜面，但是这两个斜面不一定向存在于象素中的液晶分子施加排列调节力。在该检验中使用的样机LCD 的棱21的斜面的倾斜角θ大约为45°，如图4A示意性示出。因此，由棱高度RH×棱长度RL给出的值RS对应于棱21的斜面在衬底平面上的投影面积（在某些情况下，为了简单起见该面积也被称为“棱斜面面积”）。棱21的斜面的倾斜角θ不限于大约45°，此外棱21的截面形状不限于梯形。棱21的截面形状随形成棱21所用的光致抗蚀剂聚合物的种类和厚度（显影程度）变化。从下面将要描述的检验结果可知，由棱高度RH×棱长度RL给出的值RS与黑亮度强相关。此现象的原因如下。

当棱21的倾斜角θ小于45°时，如图4B所示，棱斜面面积大于当倾斜角为45°时的棱斜面面积。然而，使用棱斜面排列调节的液晶分子13a的排列接近垂直排列。因此，从较大的棱斜面面积获得的黑亮度增加的效果和从液晶分子13a的排列接近垂直排列获得的黑亮度减小的效果相互抵消，导致黑亮度与棱21的倾斜角θ为45°的情况下的相等。

相反，当棱21的倾斜角θ大于45°时，如图4C所示，棱斜面面积小于当倾斜角为45°时的棱斜面面积。然而，使用棱斜面排列调节的液晶分子13a的排列远离垂直排列。因此，从较小的棱斜面面积获得的黑亮度减小的效果和从液晶分子13a的排列远离垂直排列获得的黑亮度增加的效果相互抵消，导致黑亮度与棱21的倾斜角θ为45°的情况下的相等。

如上所述，使用棱21的斜面增加黑亮度的效果与倾斜角θ无关。即，不管倾斜角θ如何变化都能获得与当倾斜角θ为45°时基本相同的效果。然而，RS与黑亮度之间建立有良好的关系，而与倾斜角θ无关，如下所述。

在表1所示的样机LCD 1~18中，样机LCD 8的单元参数与当前作为液晶TV可得到的典型的MVA LCD的相同。作为提高该样机LCD的

响应特性的一种方法，考虑了如文献1中描述的增加棱21的棱斜面面积RS。然而，棱斜面面积的增加会导致黑显示透射率（黑亮度）增加且反差比减小。

图5和6分别示出了样机LCD 1～18的棱斜面面积RS/象素面积PS与黑显示透射率（绝对值）之间的关系、棱斜面面积RS/象素面积PS与反差比之间的关系。

从图5中可明显认识到，棱斜面面积RS/象素面积PS与黑显示透射率之间有明确的比例（线性）关系。这意味着仅仅通过增加棱斜面面积来提供响应速度是不理想的，因为这会导致黑显示透射率增加并且反差比降低。当LCD用作液晶TV等时反差比的降低是不可忽略的。例如在上述的样机LCD 8中，优选保持反差比为700：1。

下面，讨论使用棱21提高响应特性的效果。棱21的斜面对液晶分子施加排列调节力。因此，如果通过增加棱的高度或长度使斜面面积变大，响应特性将会提高。可以增加棱的高度或长度中的任何一个以使斜面面积变大。然而，如文献1中所述，由于下述原因，增加棱的长度优于增加棱的高度。

在分隔排列的垂直排列LCD中，通过将排列调节装置（棱21和狭缝22）线性（一维）放置来获得排列分隔。增加棱21的长度对应于将各象素分成更多区域，而增加棱21的高度对应于增强了棱21的斜面的排列调节力。使用更高的棱21，在液晶层厚度方向受棱斜面的排列调节力作用的液晶分子的数量增加。这意味着当在象素平面内看时，受棱21的排列调节力的液晶分子的密度增加。为了将上述与显示的响应特性联系在一起讨论，增加棱21的长度增加对应于在棱21的排列调节力作用下的响应快的区域的数量增加，而增加棱21的高度对应于进一步增加已经处于排列调节力作用下的区域的响应速度。

表1

样机LCD编号	LC层厚度 d[μm]	棱间距P [μm]	棱宽度W1 [μm]	狭缝宽度 W2 [μm]	LC区域宽度 W3 [μm]	棱长度 RL [μm]	棱高度 RH [μm]	棱斜面面积 RS [μm²]	RL/PS [μm⁻¹]	RS/PS [-]	黑显示透射率	反差比 CR
1	2.8	26.5	5.7	4.8	8.0	2813	1.38	3882	0.0801	0.1105	0.0381	328
2	2.8	36.1	7.8	6.2	11.1	2065	1.38	2850	0.0588	0.0812	0.0246	418
3	3.9	39.6	7.8	9.7	11.1	1894	1.38	2614	0.0539	0.0744	0.0238	507
4	2.8	39.6	7.8	9.7	11.1	1894	1.38	2614	0.0539	0.0744	0.0235	472
5	2.8	46.0	10.0	8.3	13.9	1598	1.38	2205	0.0455	0.0628	0.0200	530
6	2.8	46.0	7.8	6.2	16.0	1598	1.38	2205	0.0455	0.0628	0.0223	461
7	2.8	49.5	7.8	9.7	16.0	1449	1.38	1999	0.0413	0.0569	0.0198	557
8	3.9	53.0	11.7	9.7	15.8	1403	1.38	1936	0.0399	0.0551	0.0164	696
9	2.8	53.0	11.7	9.7	15.8	1403	1.38	1936	0.0399	0.0551	0.0186	601
10	2.8	53.0	7.8	6.2	19.5	1393	1.38	1922	0.0397	0.0547	0.0178	668
11	2.8	56.6	7.8	9.7	19.55	1320	1.38	1821	0.0376	0.0519	0.0166	680
12	2.8	26.5	4.9	4.8	8.4	2819	0.58	1635	0.0803	0.0466	0.0153	869
13	2.8	36.1	7.0	6.2	11.5	2069	0.58	1200	0.0589	0.0342	0.0085	947
14	2.8	39.6	7.0	9.7	11.5	1899	0.58	1101	0.0541	0.0314	0.0098	1332
15	2.3	39.6	7.0	9.7	11.5	1899	0.58	1101	0.0541	0.0314	0.0098	1308
16	2.8	46.0	9.2	8.3	14.3	1600	0.58	928	0.0456	0.0264	0.0075	1533
17	2.8	53.0	10.9	9.7	16.2	1403	0.58	813	0.0399	0.0232	0.0081	1610
18	2.3	53.0	10.9	9.7	16.2	1403	0.58	813	0.0399	0.0232	0.0089	1368

(注) PS: 象素面积 [μm^2]

从上面的讨论可以理解，为了提高实际观察到的显示的响应特性，增加响应快的区域的数量是有效的，因此优选增加棱 21 的长度。考虑到这一点，可以理解为了获得比样机 LCD 8 更优的响应特性，棱 21 的长度必须大于样机 LCD 8 中棱 21 的长度，并且为了保持样机 LCD 8 的反差比，棱 21 的斜面面积必须小于样机 LCD 8 中的棱 21 的斜面面积。自然地，像棱 21 的长度和斜面面积一样，那些相对于象素面积标准化的参数也必须考虑。

从表 1 中发现，样机 LCD 12～16 满足 RL/PS 大于样机 LCD 8 以及 RS/PS 小于样机 LCD 8 的条件。这些样机 LCD 满足 RL/PS≥0.05 和 RS/PS＜0.05，并具有 800 或更高的反差比。此外，样机 LCD 13～16 满足 RS/PS＜0.04 且具有 900 或更高的反差比。

同样，如上所述，降低棱 21 的高度 RH 对于满足 RL/PS≥0.05 且 RS/PS＜0.05 是有效的。高度 RH 优选为 1μm 或更小。

虽然在本发明的上面的描述中以具有棱和狭缝的 MVA LCD 为例，但是黑亮度随棱的放置增加的问题在其中使用棱斜面调节排列的液晶分子引起漏光的 LCD 中是相同的，并不限于上述的 MVA LCD。换句话说，上述结构适用于任何具有沿相对于以正交偏振状态放置的一对偏振片的透射轴成 45°方向延伸的条形棱的分隔排列的垂直排列 LCD，以获得上述效果。例如，对于在液晶层的两个表面部分中都具有棱的 LCD，各象素中的所有棱的放置都可以满足 RL/PS≥0.05 且 RS/PS＜0.05。严格地说，由于液晶分子的倾斜所导致的漏光的程度依赖于液晶层的阻滞。因此，为了获得此处所描述的反差比的水平，优选使用其阻滞接近此处使用的液晶层的阻滞（大约 300nm）的液晶层（即，约 270nm～约 330nm）。

如果 MVA LCD 100 的单元参数与样机 LCD 8 的单元参数相同，当进行 OS 驱动时会出现如图 20B 所示的现象。此处，具有样机 LCD 8 的单元参数的 LCD 在某些情况下被称为传统 LCD。

图 20A 和 20B 示意性示出了当使用正常驱动方法（图 20A）和使用 OS 驱动传统 MVA LCD 时观察到的，当一定灰度级（例如，级 32/255）的正方形 92 在黑色背景 90（例如，级 0）中运动时显示看起来是怎样的。注意，“级 32/255”是当灰度显示设定为 $\gamma^{2.2}$ 时给出 $(32/255)^{2.2}$ 的亮度的灰度级，相对于黑显示（在施加 V0 期间）的亮度为 0 并且白

显示（在施加 V255 期间）的亮度为 1．给出该亮度的灰度电压用 V32 表示。

当不采用 OS 驱动时，分隔排列的垂直排列 LCD 的响应速度低．因此，如图 20A 中示意性所示，位于运动方向下游的正方形 92 的边缘 92a 在某些情况下观察不清楚．当采用 OS 驱动时，响应速度提高了，因此如图 20B 示意性所示，清楚地观察到了边缘 92a．然而，在某些情况下出现了新的问题，其中在正方形的边缘 92a 稍后的位置处观察到暗带 92b．

本发明人以各种方式检查了上述问题的原因并发现了下面的现象．上述问题是一个新的问题，该问题在对传统 TN LCD 采用 OS 驱动时从未发生，并且由于在各象素中线性（以条形）放置的排列调节装置（畴调节装置）用来在分隔排列的垂直排列 LCD 中进行排列分隔而出现．

参照图 7 和 8 详细描述上面的现象．

使用高速相机测量了在 OS 驱动期间观察到的 LCD 100 的象素中的亮度分布的变化．图 7 示出了该测量的结果．注意为了易于理解，示出了 5℃的测量结果．该图的 x 轴代表在垂直于棱 21 和狭缝 22 的延伸方向上的位置，其中相邻狭缝 22 中的一个的宽度方向的中心确定为原点．测量了施加 OSV32 起/后 0msec（施加 V0 状态；此时施加 OSV32）、16msec、18msec 和 500msec 时的亮度分布．注意，在一个垂直扫描周期（一帧＝16.7msec）中施加 OSV32 之后，在随后的垂直扫描周期中继续施加 V32 直到从施加 OSV32 开始逝去了 500msec．该图的 y 轴表示相对亮度，该相对亮度相对于阴影区域的亮度为 0 而后面将描述的第三 LC 部分 R3 的亮度在 500msec 之后为 0.1 而确定。

在说明例中所使用的 LCD 100 的具体单元参数如下．液晶层的厚度为 3.9μm，棱间距 P 为 53μm，棱 21 的宽度 W1 为 16μm（包括侧面的宽度 4μm×2），狭缝 22 的宽度 W2 为 10μm，液晶区域 13A 的宽度 W3 为 13.5μm．黑电压（V0）为 1.2V，白电压（V255）为 7.1V，灰度级 32 的电压（V32）和 OS 电压（OSV32）分别为 2.44V 和 2.67V，此时 γ 的值为 2.2．OS 电压的设置使得整个象素可以在黑状态（施加 V0 状态）后 16msec 内给出灰度级 32 的亮度（透射率）．

从图 7 中可以发现，在每个液晶区域 13A 中，靠近棱 21 的侧面 21a

的部分（该部分称为“第一LC部分R1”）的亮度高，并且在该部分中，亮度在18msec达到其最大值后减小。相反，在除了第一LC部分R1之外的剩下的部分中，亮度随时间单调增加，并且亮度一旦增加通常就不会再降低。在每个液晶区域13A中，靠近狭缝22的部分（该部分称作“第二LC部分R2”）的响应速度也高于位于棱21和狭缝22之间的中心部分（该部分称为“第三LC部分R3”）的响应速度，这是由于前面的部分受到狭缝22附近产生的倾斜电场力的影响。因此，由条形棱21和狭缝22确定的条形液晶区域13A具有响应速度互不相同的三个LC区域（R1、R2和R3）。

接下来，参照图8A和8B描述象素部分100a的整体透射率随时间的变化。图8A和8B分别示出了25℃和5℃下的测量结果，其中y轴表示透射率，该透射率相对于灰度级0的透射率为0%且灰度级32的透射率为100%确定。

在图8A中，曲线5A-1和5A-2分别表示当液晶层的厚度d为3.9μm时不使用OS驱动和使用OS驱动时获得的结果。曲线5A-3和5A-4分别表示当单元间隙为2.8μm时无OS驱动和有OS驱动时获得的结果。类似地，图8B中的曲线5B-1和5B-2分别代表当液晶层的厚度d为3.9μm时，不使用OS驱动和使用OS驱动获得的结果。曲线8B-3和8B-4分别代表当单元间隙为2.8μm时，不使用OS驱动和使用OS驱动获得的结果。在上面任何情况下，作为用于液晶层的液晶材料，所选择的液晶材料的旋转粘性γ1约为140mPa·s，流动粘性ν约为20mm^2/s，并产生约300nm的液晶层的阻滞作用（厚度d×双折射Δn）。

从图8A和8B可明显看出，在25℃和5℃的温度下，使用OS驱动均可观察到下面的现象。即，透射率在施加OS电压的一个垂直扫描周期内达到预定值（100%）之后减小一次，然后逐渐增加最后再次达到预定值。这种透射率随时间变化具有最小值的现象在某些情况下被称作“角形响应”。

比较图8A和图8B，发现上述现象在5℃下（图8B）更明显，在5℃下液晶分子的响应速度低。即，透射率随时间变化中的最小值（最底值）更小（即“角形”或谷的底部处于更低的透射率值）并且所需的达到预定透射率值的时间更长。从图8A和8B中还发现，液晶层的厚度d越大响应速度越低，即，在两种温度下透射率低的时间周期更

长。这些趋势与图 20B 中所示的视觉观察的结果相对应。

从上面可以认识到，之所以观察到了图 20B 中所示的暗带 92b，是由于透射率随时间变化中有最小值存在，并且透射率随时间变化中有最小值存在的原因是由于第一、第二和第三 LC 部分 R1、R2 和 R3 之间的响应速度大不相同，如上面参照图 7 所述。换句话说，“角形”的底越低并且从角形底第二次到达预定透射率的时间越长，使用 OS 驱动时图 20B 中的暗带就越可见和明显。将再次参照图 7 更详细地描述这种现象。

当施加电压时，靠近棱 21 的第一 LC 部分 R1 中的液晶分子已经在棱 21 的侧面 21a 的影响下处于倾斜的状态，因此这部分的响应速度高。一旦施加 OS 电压（OSV32），设定该 OS 电压以保证在一个帧周期之内将整个象素的透射率从灰度级 0 转变为 32，则第一 LC 部分 R1 的透射率至少超过正常施加 V32 时获得的透射率值（图 7 中 t = 500msec 的曲线所代表的透射率值），并且在某些情况下甚至达到或接近对应于 OS 电压（OSV32）的透射率值。相反，在其它部分（第二和第三 LC 部分 R2 和 R3），响应速度低，甚至当施加 OSV32 时在一个帧周期内也达不到对应于 OSV32 的透射率值。

在接下来的其中施加 V32 的帧周期（t>16.7msec）里，第一 LC 部分 R1 的透射率单调减小到对应于 V32 的透射率值。相反，第二和第三 LC 部分 R2 和 R3 的透射率单调增加到对应于 V32 的透射率值。

甚至当在施加 OSV32 的帧周期内整个象素的透射率达到对应于 V32 的透射率值时，该透射率也包含具有过高响应速度的成分（超过对应于 V32 的透射率值的透射率成分）。因此，当停止施加 OSV32 并且施加预定的灰度电压 V32 时，由于具有过高响应速度的成分减小到速率高于具有低响应速度的成分（第二和第三 LC 部分 R2 和 R3 的透射率成分）以其增加的速率的预定透射率，整个象素的透射率会暂时减小（例如，见图 8A-8B 的角形或谷）。之后，随着具有低响应速度的成分的增加整个象素的透射率增加。这详细解释了图 8A 和 8B 中所示的象素部分中的透射率随时间的变化。

同样对 TN LCD 使用 OS 驱动，但是并未在 TN LCD 中观察到上述的角形响应。原因是，在 TN LCD 中是通过在各液晶区域（畴）中，排列分隔通过使用在不同方向摩擦的排列膜调节液晶分子的排列方向来进

行。由于排列调节力是从平面（二维）排列膜施加到各液晶区域的整体，因而在各液晶区域中不出现响应速度的分布。相反，在分隔排列的垂直排列 LCD 中，分隔排列是使用线性（一维）排列调节装置进行的。因此，具有不同响应速度的部分的形成不仅与排列调节装置的排列调节力的差别有关，而且也依赖于与排列调节装置之间的距离。

为了找到能够抑制角形响应特性（即，在使用 OS 驱动时减小角形或谷的深度和/或宽度），即，如上所述的在施加 OS 电压以后透射率有最小值的现象的发生的结构，通过改变单元参数（液晶层的厚度 d，棱间距 P，棱宽度 W1，狭缝宽度 W2，液晶区域的宽度 W3，棱高度等）制作了各种具有图 2 和 3 所示的基本结构的 MVA LCD，并且评估了这些 LCD 的响应特性。

因此，发现了下述现象。确定了通过减小液晶层的厚度 d 响应速度增加，如上面参照图 8A 和 8B 所述。认识到通过增加棱宽度 W1 和狭缝宽度 W2 响应速度在一定程度上趋向增加。增加棱的高度也会一定程度上增加响应速度，但是由于如前所述反差比会降低因此增加棱高度不是理想的。通过调整棱宽度 W1、狭缝宽度 W2 以及棱高度，响应速度提高的效果相对小。相反，通过增加棱的长度可以获得响应特性的大幅度提高。增加放置在各象素中的棱的长度意味着增加了各象素中的棱密度，因此响应速度提高的效果大。由于棱沿固定方向延伸（在此实施例中与偏振片的透射轴大约成 45°的两个方向），棱长度的增加导致液晶区域的宽度 W3（LC 区域宽度 W3）减小。通过各种方式的检查，发现 LC 区域宽度 W3 对响应特性有很大影响，即 LC 区域宽度 W3 的减小大大提高了响应特性。图 9 示出了部分上述结果。

图 9 示出了在图 8A 所示的透射率随时间变化的测量中观察到的施加 OS 电压后透射率的最小值（即角形或谷的底部），图 9 中的结果是通过改变六种类型的具有不同液晶层厚度 d 和棱高度的单元结构的 LCD 的 LC 区域宽度 W3 获得的。注意，相对于灰度级 32 的透射率为 100％示出了这些透射率值。对于不同的液晶层厚度 d 透射率的最小值（某些情况下也叫做“最小透射率”“底透射率”或者角形/谷的底部）几乎是相同的。在该测量中使用的 LCD 的棱宽度 W1 和狭缝宽度 W2 为约 5μm～约 20μm，棱间距 P 为约 25μm～约 58μm。图 9 所示的测量结果是在 25℃下获得的。

从图 9 可以发现下面的结果。首先，与六种类型（如果计入梭宽度 W1 和狭缝宽度 W2 的差别则有更多类型）的单元结构无关，LC 区域宽度 W3 和最小透射率（即角形/谷的底部的深度或底部透射率）之间存在强相关。其次，通过减小 LC 区域宽度 W3，最小透射率大致连续或单调增加，即响应特性提高。

从图 9 中的结果，认识到通过将 LC 区域的宽度 W3 减小到约 14μm 或更小，最小透射率可高达 85％或更高，并且通过将 LC 区域的宽度 W3 减小到约 12μm 或更小，最小透射率可高达 90％或更高。当最小透射率为 85％或更高时，图 20B 所示的暗带 92b 变得不易观察到，自然，当最小透射率为 90％或更高时，图 20B 所示的暗带 92b 变得更不易观察到。

实际制作了 13 英寸的 VGA LCD 样机，并且 25 人对该 LCD 的响应特性的提高的效果做了主观评估。结果在图 10A 和 10B 中示出。在此评估中使用的 13 英寸的 VGA LCD（本发明的 LCD 和传统 LCD）与后面将要描述的表现出图 17A～17C 中所示的结果的 LCD 相同。OS 驱动条件也与后面将描述的相同。下面将描述通过将最低透射率增加到 85％或更大，或者 90％或更大所得到的效果。

在图 10A 和 10B 所示的曲线图中，x 轴代表 LCD 的显示平面的温度（该温度指“工作温度”），y 轴代表当进行 OS 驱动时产生的最小透射率。通过改变 LCD 的工作温度，液晶材料的性质例如粘度改变，这导致 LCD 的响应特性变化。随工作温度的降低，响应特性退化，随工作温度上升，响应特性提高。在此测量中，工作温度设定为 5℃、15℃、25℃和 40℃。当灰度级变化较小时，OS 驱动产生的角形响应更容易发生。图 10A 示出了当显示灰度级从 0 变化到 32（当灰度级为 0 的正方形在灰度级为 32 的背景中移动时）时所观察到的结果，而图 10B 示出了当灰度级从 0 变化到 64（当灰度级为 0 的正方形在灰度级为 64 的背景中移动时）时所观察到的结果。与图 10A 和 10B 中的点重叠的符号（○、△、×）表示主观评估的结果。当在角形响应的影响下观察到类似图 20B 所示的暗带 92b 的暗带时，符号○表示几乎所有观察者都几乎不能视觉识别这种暗带，符号△表示一些观察者可以视觉识别此暗带，但受此影响小，×表示几乎所有观察者都能视觉识别此暗带。

从图 10A 和 10B 中可看出，当最小透射率为 85％或更高时，客观评估的结果是△或○，并且当最小透射率为 90％或更高时，客观评估的结果是○。在传统 LCD 中，灰度级从 0 转变到 32（图 7A）的情况下，只有当工作温度为 40℃时最低透射率才能达到 85％或更高。在通常使用的温度（室温）25℃下，最低透射率只有大约 80％，客观评估为×。相反，在本发明的 LCD 中，在灰度级从 0 转变到 32 的情况下，甚至当工作温度为 5℃时，最小透射率也有 85％或更高，而在 25℃或更高的工作温度下最小透射率为 90％或更高。在灰度级从 0 转变到 64 的情况下（图 10B），即使在 5℃的工作温度下也能获得 90％或更高的最低透射率。换句话说，现有技术中的角形/谷的底部明显深于本发明的实施例中的。

如上所述，通过设置 LC 区域的宽度 W3 为 14μm 或更小，最小透射率可以为 85％或更高，或者通过设置 LC 区域的宽度 W3 为 12μm 或更小，最小透射率可以为 90％或更高，所得到的 MVA LCD 运动图象显示特性极好，其中即使采用 OS 驱动时也较少看出或几乎看不出暗带。

在现有的 MVA LCD 的 12 种模式中（包括图 1C 中所示的 PVA LCD）（三家生产商，面板尺寸：15～37 英寸），LC 区域的宽度 W3 为约 15μm～约 27μm（棱宽度 W1 为约 7μm～约 15μm，且第二排列调节装置的宽度 W2 为约 7μm～约 10μm）。根据上述结果（例如，图 9），如果像该实施例中一样使用 OS 驱动，将会在这些 LCD 中观察到暗带。

将参照图 11 和 7 描述为什么通过减小 LC 区域宽度 W3 可提高响应特性的原因。

图 11 的曲线图示出了 LC 区域宽度 W3 和第三 LC 部分 R3 的宽度之间的关系。如上面参照图 7 中描述的，第三 LC 部分 R3 是液晶区域 13A 中远离棱 21 和狭缝 22 的部分，因此响应速度最低。

此处，如下定义第三 LC 部分 R3 使能够定量表达部分 R3 的宽度。即，第三 LC 部分 R3 是液晶区域的一部分，其中在施加 OS 电压（OSV32）后的一个帧周期内达到的透射率是黑暗显示状态时透射率的两倍或不到两倍，其中借助施加 OS 电压使得显示状态由灰度级 0（黑显示状态）转换到灰度级 32。测量了具有不同 LC 区域宽度 W3 的 LCD 的透射率随时间分布的变化，如图 7 所示，其中每个 LCD 的第三 LC 部分 R3 的宽度都是根据上面的定义得到的。该结果在图 11 的曲线图中画出。图 11

示出了25℃和5℃下的测量结果。

图11的曲线图包括具有相同斜率的两条直线，表示第一LC部分R1和第二LC部分R2的宽度是常数，与LC区域宽度W3无关。因此，建立了关系：R3的宽度＝LC区域宽度W3－R1的宽度－R2的宽度。随液晶区域13A的响应特性提高，第三LC部分R3将基本不再存在。然而，即使在这种情况下，也可能从图11的曲线图（直线）中将该第三LC部分R3的宽度确定为负值。第三LC部分R3的这一宽度可以用作表示液晶区域13A的响应特性的参数。

在图11中发现，在25℃时，当LC区域宽度为12μm或更小时，第三LC部分R3的宽度为零。即，如上定义的响应速度低的第三LC部分R3基本消失。这对应于产生图9中90%或更高的最小透射率的LC区域宽度W3，二者之间表现出充分的相关性。

在图11所示的5℃下获得的结果中，当LC区域宽度W3约为8μm或更小时，第三LC部分R3的宽度为零。因此发现LC区域的宽度W3优选为约8μm或更小，以保证更优越的响应特性（运动图象显示特性）。

图12的曲线是相对于第三LC部分R3的宽度从图9的曲线图重新画出的。在图12中发现，将第三LC部分R3的宽度减小到约2μm或更小，最小透射率可以为85%或更高，或将R3的宽度减小到约0μm或更小，最小透射率可以为90%或更高。

如上所述，通过减小LC区域宽度W3，能够提高响应特性，并且因此当使用OS驱动时发生的角形响应中的最小透射率（见图8A和8B）可以增加到预定透射率的85%或更高。由于这种改善，由角形响应引起的现象几乎观察不到，因而提供了允许优质运动图象显示的LCD。

制作LC区域宽度W3小于2μm的LCD是困难的。因此，优选LC区域的宽度为2μm或更大，并且也是由于相同的原因，优选棱宽度W1和狭缝宽度W2为4μm或更大。

本发明的LCD所采用的OS驱动方法并不特别限定，可以适当采用任何已知的OS驱动方法。例如，OS电压可以例如下设定。对于如上所述的显示灰度级每32级的每一转换（例如从V0到V32），设定OS电压以使在一个垂直扫描周期内达到预定透射率。至于灰度级转换小于32级，可以使用每32灰度级转换所确定的OS电压通过内插法获得所

要施加的 OS 电压。该 OS 电压可能根据转换前后的灰度级而变化。或者，如上面的文献 2 中提及的，某些灰度级之间的转换也可以不施加 OS 电压。

在本实施例中，每 32 灰度级确定借以在一帧周期后达到预定透射率的 OS 电压，并且在确定的 OS 电压值之间使用内插法获得对应于灰度级的每一转换的 OS 电压值。使用如此获得的 OS 电压，驱动具有宽 W3 为 14μm 或更小的 LC 区域的本实施例的 MVA LCD。结果获得了优质的运动图象显示。

然后，将描述本实施例的 MVA LCD 的孔径比和透射率。从图 2 和 3 中发现，减小 LC 区域宽度 W3 意味着降低孔径比（（象素面积－栅面积－狭缝面积）/象素面积），并因此降低了显示亮度。因此，如果排列调节装置之间的间距（即，LC 区域宽度 W3）一致地减少以提高响应特性，孔径比将减小。为了避免该问题，例如在上面提到的文献 1（例如，见图 107）中描述了，当一个象素的某一部分中相邻的排列调节装置之间的间距变窄时，在该象素的剩余部分该间距变宽，从而在不降低孔径比的条件下获得响应特性的提高。然而，由于上述原因，如文献 1 中所述排列调节装置之间的间距有窄的和宽的部分，这将导致形成响应速度差别很大的部分（尤其是，导致响应速度低的部分的面积增加）。这将使得角形响应的问题变得显著。

根据图 2 和 3 中所示的本发明的实施例的 LCD 的基本结构，第一和第二排列调节装置 21 和 22 之间的间隔（即，条形液晶区域 13A 的宽度 W3）设定在上述的范围内。因此可以抑制角形响应问题的发生。同样，虽然在所说明的实例中在一个象素中液晶区域 13A 的宽度一致，但是在某些情况下由于与制造工艺有关的问题（例如，在键合衬底的工艺中的对准错误），也可以在一个象素中形成宽度 W3 不同的液晶区域 13A。然而，在这种情况下，只要各液晶区域 13A 的宽度 W3 满足上述条件，就可以抑制角形响应问题的发生。

此外，从所进行的与本发明相关的检查中得到澄清，尽管 LC 区域宽度 W3 比传统使用的宽度小，但是本实施例的 MVA LCD 能够保持其显示亮度不降低。这归功于通过使 LC 区域宽度 W3 比传统宽度小，得到的象素的单位面积的透射率（下文称作“透射效率”）提高的意外结果。通过实际测量象素的透射率并用测量值除以孔径比来确定该透射

效率。此处，透射效率由 0～1 之间的某个值表示。

在图 13A 和 13B 中示出了本实施例的具有各种单元参数的 LCD 的透射效率的结果，这些不同的单元参数如上参照图 9 所述。图 13A 和 13B 的曲线图中，x 轴分别代表（LC 区域宽度 W3/狭缝宽度 W2）和（狭缝宽度 W2/液晶层的厚度 d）。图 13C 示出了各 LCD 的孔径比。

从图 13A 中可以发现，当（LC 区域宽度 W3/狭缝宽度 W2）为 1.5 或更小时，该透射效率相对于传统获得的（约 0.7）有相当的提高。同样，在图 13B 中发现，当（狭缝宽度 W2/液晶层的厚度 d）为大约 3 或更大时，透射效率稳定在约 0.7 或更大。

将参照图 14 描述图 13A 中所示的减小 LC 区域宽度 W3 会提高透射效率的原因。图 14 示意性地示出了液晶区域 13A 中位于狭缝 22 附近的液晶分子 13a 是如何排列的。在液晶区域 13A 中，靠近条形液晶区域 13A 的边 13X（长边）的液晶分子 13a 在倾斜电场的影响下在垂直于长边 13X 的平面内倾斜。相反，位于液晶区域 13A 的与长边 13X 相交叉的边 13Y（短边）附近的液晶分子 13a 在倾斜电场下，沿不同于长边 13X 附近的液晶分子 13a 的倾斜方向倾斜。换言之，靠近液晶区域 13A 的短边 13Y 的液晶分子 13a 沿不同于由狭缝 22 的排列调节力确定的预定排列方向倾斜，其扰乱了液晶区域 13A 中的液晶分子 13a 的排列。通过减小液晶区域 13A 的宽度 W3（即，减小（短边长度/长边长度）的值），在狭缝 22 的排列调节力的影响下沿预定方向倾斜的液晶分子 13a 在液晶区域 13A 的所有液晶分子 13a 中的比例增加，因而增加了透射效率。这样，通过减小 LC 区域宽度 W3，获得的效果是稳定液晶区域 13A 中的液晶分子 13a 的排列，由此透射效率提高。

从各种方式的检查中发现，当液晶层的厚度 d 小，例如小于 3μm 时，通过减小 LC 区域宽度 W3 获得的使排列稳定的效果（提高透射效率的效果）表现显著。原因分析如下。当液晶层的厚度 d 较小时，来自狭缝 22 的倾斜电场的作用更强。然而，此时，来自位于象素电极 12 附近的栅极总线和源极总线的电场，或者来自相邻的象素电极的电场对液晶层的影响更大。这些电场产生扰乱液晶层 13A 中的液晶分子 13a 的排列的效果。因此，可以说在其中液晶分子 13a 的排列趋向于被扰乱的液晶层的厚度 d 小的情况下，上述的排列稳定的效果表现显著。

本实施例中例举的 LCD 包括相对厚的覆盖栅极总线和源极总线的

层间绝缘膜 52，并且象素电极 12 在层间绝缘膜 52 上形成，如图 2 所示。将参照图 15A 和 15B 描述层间绝缘膜 52 对液晶分子 13a 的排列的影响。

如图 15A 所示，本实施例的 LCD 的层间绝缘膜 52 相对较厚（例如，厚度为约 1.5μm～约 3.5μm）。因此，即使象素电极 12 和栅极总线或源极总线 51 通过其间的层间绝缘膜 52 相互重叠，其间形成的电容也太小而不会对显示质量有显著的不良影响。同样，存在于相邻的象素电极 12 之间的间距之上的液晶分子 13a 的排列也是主要受反电极 11 和象素电极 12 之间产生的倾斜电场影响，这在图 15A 中通过电力线示意性示出，而几乎不受源极总线 51 影响。

相反，当形成相对薄的层间绝缘膜 52'（例如厚度为几百纳米的 SiO_2 薄膜）时，如果例如源极总线 51 和象素电极 12 通过其间的层间绝缘膜 52'相互重叠，会形成相对大的电容，导致显示质量退化。为了防止这种问题，如图 15B 所示，在层间绝缘膜很薄的特定情况下，进行安排以避免象素电极 12 和源极总线 51 之间的重叠（但是，当层间绝缘膜足够厚能避免这种问题时不需要作这种安排）。在这种安排中，存在于相邻的象素电极 12 之间间距之上的液晶分子 13a 受象素电极 12 和源极总线 51 之间的产生的电场影响大，如图 15B 的电力线所示，导致位于象素电极 12 一侧的液晶分子 13a 的排列的扰乱。

比较图 15A 和 15B 可明显看出，通过像本实施例所例举的 LCD 那样提供相对厚的层间绝缘膜 52，液晶分子 13a 基本不受来自栅极总线/源极总线的电场影响，因而可以使用排列调节装置方便地使其沿所需方向排列。此外，由于使用相对厚的层间绝缘膜 52 使来自总线的电场的影响最小化，所以通过减小液晶层的厚度获得的排列稳定效果能够显著表现。

为了加强狭缝 22 的排列调节力，可以在狭缝 22 的下表面上（与液晶层 13 相对的面）放置电极（例如，当狭缝贯穿象素电极形成时，存储电容器电极），该电极的电势不同于贯穿其形成狭缝 22 的电极的电势。

以响应特性为出发点，优选液晶层 13 的厚度 d 小（例如，见图 8A 和 8B）。通过在具有上述结构的 LCD 中将液晶层 13 的厚度 d 设定为小于 3μm，能够提供允许更高清晰度运动图像显示的 MVA LCD。

将参照图 16A 和 16B 描述为什么通过减小液晶层 13 的厚度 d 会提高响应特性的原因。

在图 16A 的曲线图中，x 轴代表液晶区域 13A 的宽度 W3 和液晶层 13 的厚度 d 的乘积，y 轴代表透射率周转时间。参照图 16B 描述此处“透射率周转时间”的定义。图 16B 示意性示出了如上所述的在 OS 驱动中透射率随时间的变化。具体说来，通过施加 OS 电压（在 0ms 时刻），透射率在一帧（16.7ms 时刻）后达到预定值，然后减小到最小值。然后，透射率逐渐增加到接近对应于预定灰度电压的值。在透射率的这种变化中，从第一次到达预定透射率的时刻（16.7ms）经过最小值到达预定透射率的 99％的时刻之间的时间长度被称为“周转时间”。注意所说明的结果是当灰度级从 0 转变到 32 时获得的。

从图 16A 中发现，（d×W3）越小，透射率周转时间越短，表现出越优秀的响应特性。优选 LC 区域的宽度 W3 设定为 14μm 或更小，如上所述。在这种情况下，如果液晶层的厚度 d 设定为小于 3μm，透射率周转时间将大约为 100ms 或更短。

如上所述，通过将 LC 区域的宽度 W3 设定为 14μm 或更小且将液晶层的厚度 d 设定为小于 3μm，可以抑制与角形响应有关的问题的发生，并且进一步提高响应特性。

如上所述，实际制作了 13 英寸 VGA LCD 的样机，并且评估了其运动图象显示的性能。评估结果如下。对于单元参数，使用基本与图 7 所示的 LCD 100 中所例举的相同的值，除了在此例中 LC 区域宽度 W3 设定为 10.7μm。为了比较，也评估了其中液晶层厚度 d 为 3.4μm 且 LC 区域宽度 W3 为 15.4μm 的传统 LCD 的特性。

图 17A～17C 示出了传统 LCD 和本发明的 LCD 的象素部分的整体透射率随时间变化（角形响应特性）的评估结果。具体说来，图 17A～17C 示出了当显示灰度级从 0 转变到 32（图 17A），从 0 转变到 64（图 17B）以及从 0 转变到 96（图 17C）时所观察到的角形响应的特性。注意本发明的 LCD 和传统 LCD 均使用 OS 驱动，且工作温度为 5℃。

从图 17A～17C 中发现，在上面的任何情况下，在其中响应特性已经得到提高的本发明的 LCD 中，最小透射率高于传统 LCD 中的，达到了对应于预定的灰度级的透射率的 80％或更大。此外，作为以上述方式进行的主观评估的结果，当对传统 LCD 进行 OS 驱动时观察到暗带，

而对本发明的实施例的LCD进行OS驱动时几乎识别不出暗带。

接下来，将参照下面的表2～7描述本发明的LCD和传统LCD的OS驱动的具体条件和响应特性。注意，表2～7示出的是5℃下获得的结果。

在表2～7中，左端（起）的值均表示初始状态中的显示灰度级，上行的（端）的值表示重写后的显示灰度级。此处，将描述的是初始状态的显示灰度级是0的情况。

本发明的实例的LCD的OS电压值（此处用对应的显示灰度级表示）如表2中设定，传统LCD的OS驱动电压如表5中设定。例如，如表2所示，对于灰度级从0到32的转变，施加对应于灰度级94的电压值作为OS电压。对于表2和5中未示出的灰度级，基于表2和5中设定的关系准备了图18中的曲线，以便通过内插法获得对应的OS灰度级。

表3和表4分别示出了当对本发明的实例的LCD不采用OS驱动和采用OS驱动时需要的响应时间。类似地，表6和7示出了对传统LCD不采用OS驱动和采用OS驱动时所需要的响应时间。该测量中所使用的响应时间是指当在灰度级的各转换中预定透射率从0%变化到100%时，透射率从10%变化到90%所需的时间。

如表2和5所示，每32灰度级设定OS电压，以便在一帧周期内达到预定灰度级。例如，如表2所示对于本发明的LCD，用于灰度级从0到32的转变的OS电压（OSV32）设定为V94（对应于灰度级92的电压）。这意味着施加V94代替正常驱动时施加的V32。对于传统LCD，如表5所示，用于灰度级从0到32的转变的OS电压（OSV32）设定为V156（对应于灰度级156的电压）。传统LCD中的OS电压值较高的原因是本发明的LCD响应特性更优良（响应时间更短），这从表3和6的比较可明显看出。从这些表中也证明了上述结构提高了响应特性。

从表3所示的响应时间可以发现，在根据本发明实例的LCD中，当不使用OS驱动时在低灰度级显示中，响应时间趋于比一个帧周期（16.7msec）长。然而，使用OS驱动，对于所有的灰度级响应时间都能变得小于一个帧周期，如表4所示。此外，不发生角形响应的问题，如上所述。相反，当对传统LCD采用OS驱动时，响应时间大大提高，如表7所示，但是在某些情况下仍然长于一个帧周期，此外发生如上

所述的角形响应的问题。

表 2

OS 数量 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0	0	94	136	179	198	212	228	248	255

表 3

（无 OS，10-90%） 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0		99.5	69.6	57.5	43.5	34.8	27.1	16.6	15.5

表 4

（有 OS，10-90%） 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0		11.5	10.3	10.6	10.2	10.3	10.0	8.3	15.5

表 5

OS 数量 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0	0	156	199	226	240	255	255	255	255

表 6

（无 OS，10-90%） 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0		212.7	143.6	94.9	69.3	48.7	35.4	26.1	28.1

表 7

（有 OS，10-90%） 结束

	0	32	64	96	128	160	192	224	255
0		11.6	9.4	9.0	9.4	14.5	29.2	33.8	28.1

如上所述，通过采用OS驱动本发明的实施例的LCD表现出极好的运动图象显示特性。因此，通过另外提供用于接收电视广播的电路，该LCD适合用作允许高清晰度运动图象显示的LCD TV。为了获得OS驱动，可以广泛采用已知的方法。还可以提供用于施加OS电压（或者可能施加该灰度电压）的驱动电路，所施加的OS电压高于提前确定的对应于预定灰度级的灰度电压。或者，OS驱动可以通过软件实现。

在上面的实施例中，描述了采用OS驱动的本发明。也有虽然不采用OS驱动而以类似的方法施加电压的情况（例如，以V0→V94→V32的顺序施加显示信号电压）。在这种情况下，同样可以获得本发明的效果。

本发明不仅可以应用于上述的MVA LCD，还可以应用于例如图19所示的MVA LCD，其具有从顶部看为梳状的排列调节装置。在图19所示的具有象素300a的MVA LCD中，使用象素电极72、贯穿象素电极72形成的开口62、以及置于反电极（未示出）上的棱（或突出）61使垂直排列液晶层分隔排列，其中反电极与象素电极相对其间有液晶层。棱61是条形，具有与上述实施例的MVA LCD相同的为常数的宽度W1。每个开口或狭缝62包括条形主干62a和沿垂直于主干62a的方向延伸的支干62b，条形棱61和条形支干相互平行放置，其间确定有宽度为W3的液晶区域。开口62的支干62b沿所示液晶区域的宽度方向延伸，因此每个开口62从顶部看整体为梳状。如日本特开专利公报No.2002-107730中所述，使用梳状的开口62，暴露于倾斜电场下的液晶分子的比例增加，因此可以提高响应特性。然而，由于液晶分子的响应速度分布只受棱61和开口62之间的距离影响，如上所述的响应速度低的第三LC部分在棱61和开口62的主干62a之间形成，而与开口62的支干62b的存在与否无关。

因此，在具有象素300a的MVA LCD中，也可以通过像上述实施例中的LCD那样设定宽度W1、W2和W3来获得上述的效果。

因此根据本发明，提高了分隔排列的垂直排列LCD的响应特性，并且提供了允许高反差比运动图像显示的LCD。尤其是，可以对分隔排列的垂直排列LCD使用OS驱动，而不会发生由于角形响应导致的显示质量退化，因此提供了允许高清晰度运动图像显示的LCD。本发明的LCD有多种应用，例如TV。

虽然已经在优选实施例中描述了本发明，但是对于本领域的技术人员对所公开的发明作出各种修改以及提出多种不同于上述所列的实施例是显而易见的，因此，所附权利要求的目的是覆盖所有在本发明的实质和范围之内的对本发明的修改。

图 1A

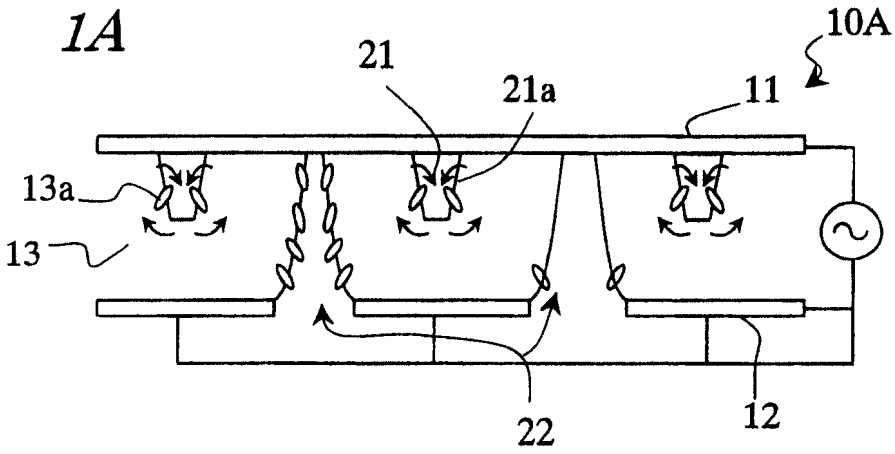

10A
21
21a
11
13a
13
22
12

图 1B

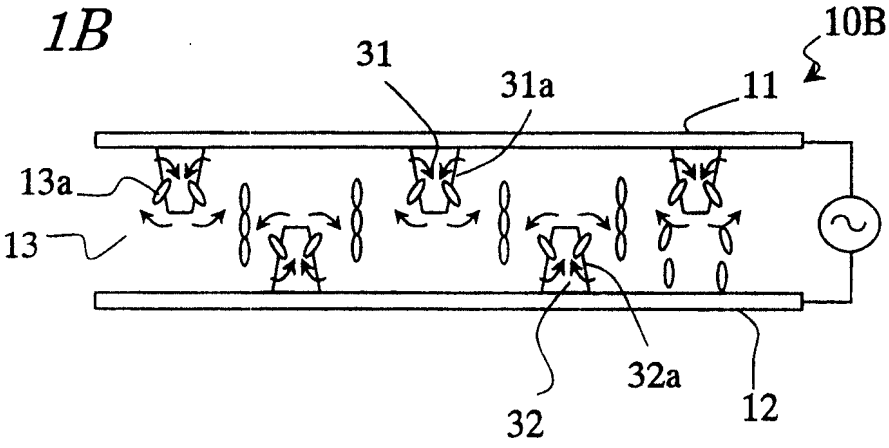
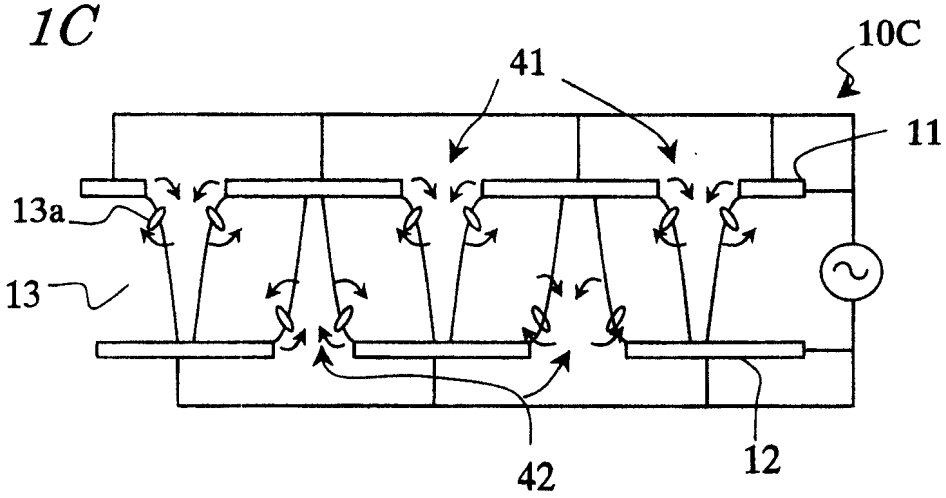

10B
31
31a
11
13a
13
32
32a
12

图 1C


10C
41
11
13a
13
42
12

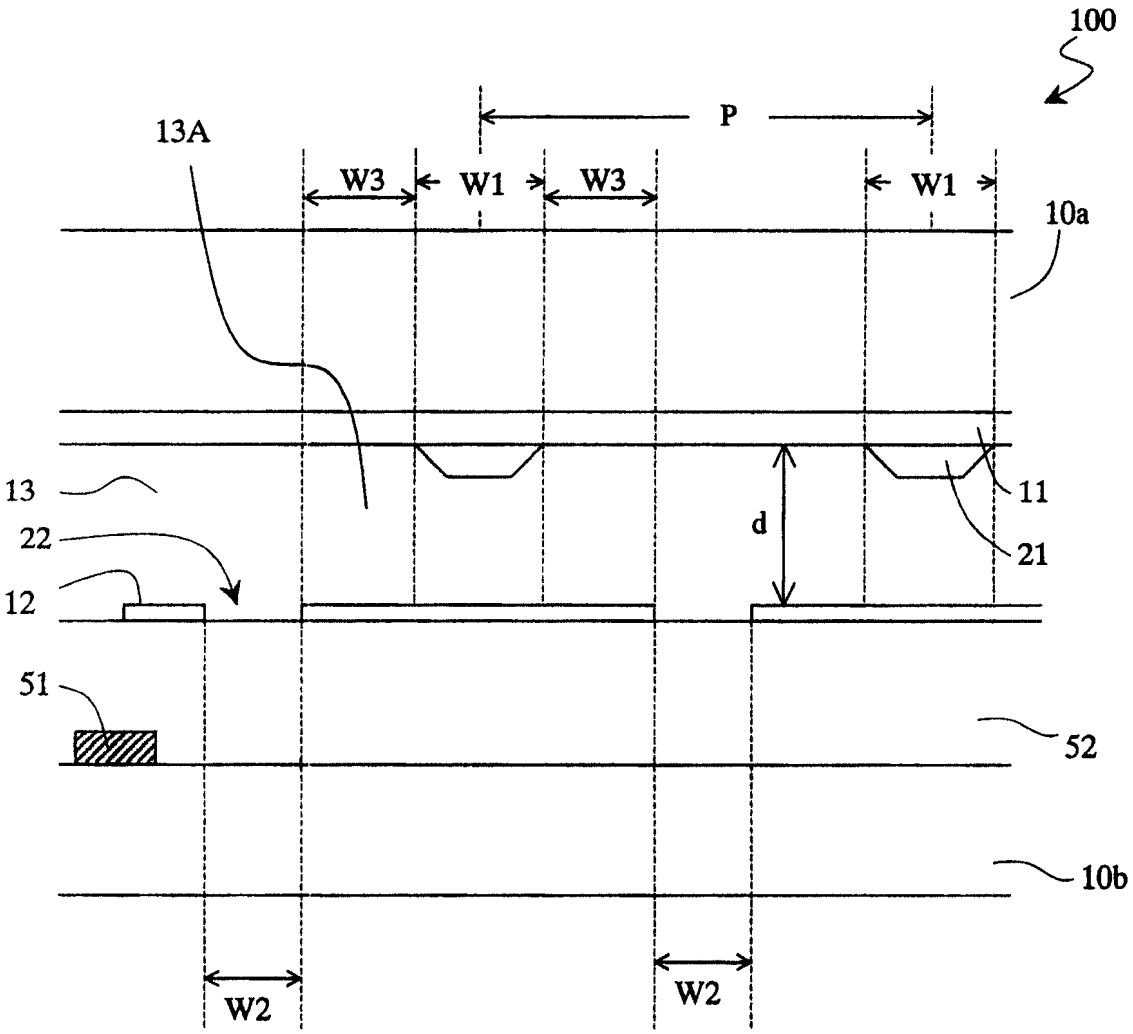


图 2

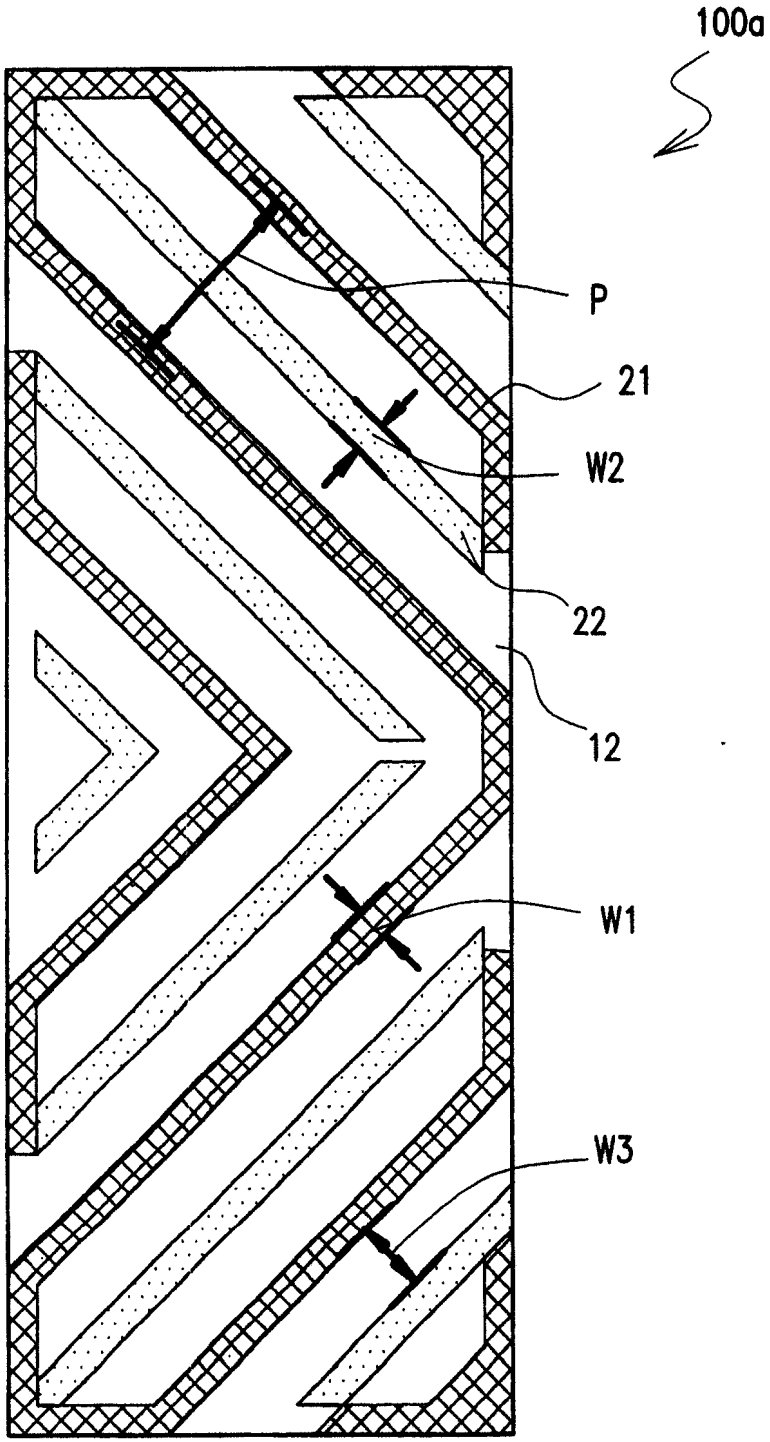


图 3

图 4A

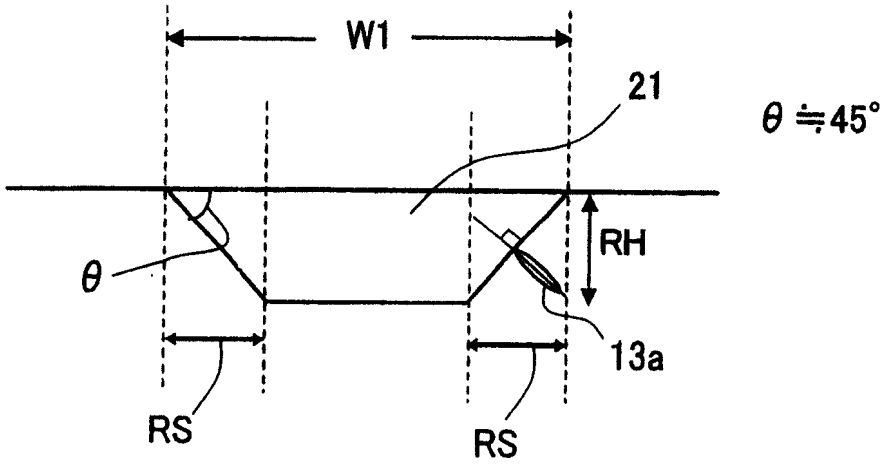

W1
21
θ ≒45°
RH
θ
13a
RS
RS

图 4B

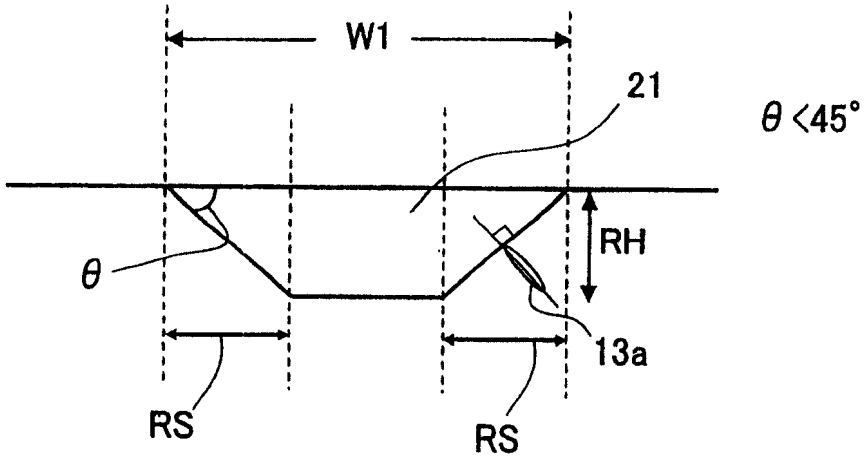
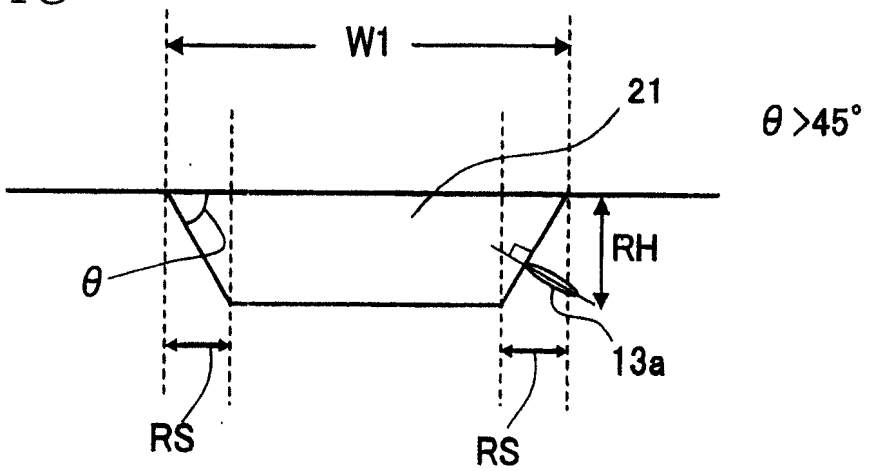

W1
21
θ <45°
RH
θ
13a
RS
RS

图 4C


W1
21
θ >45°
RH
θ
13a
RS
RS

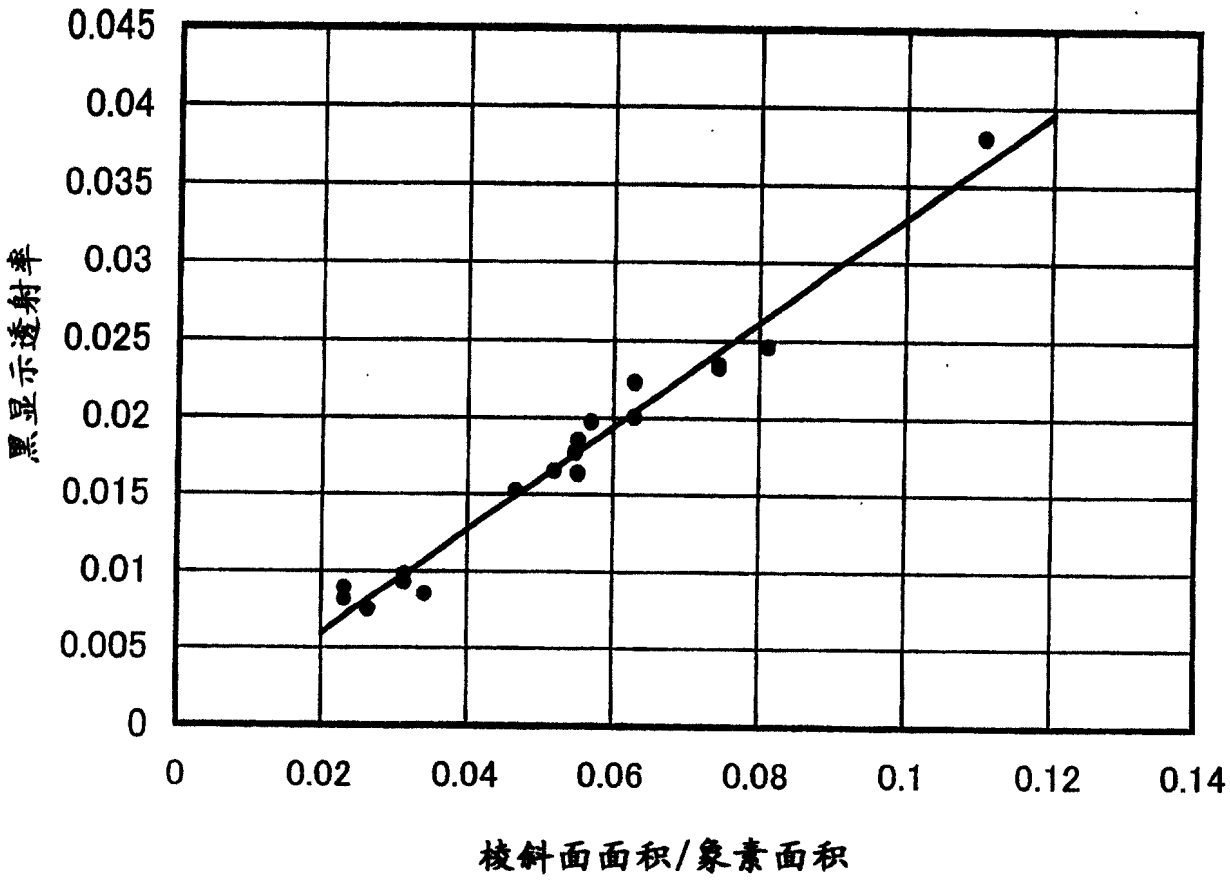

0.045
0.04
0.035
0.03
0.025
0.02
0.015
0.01
0.005
0
黑显示透射率
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
0.14
棱斜面面积/象素面积

图 5

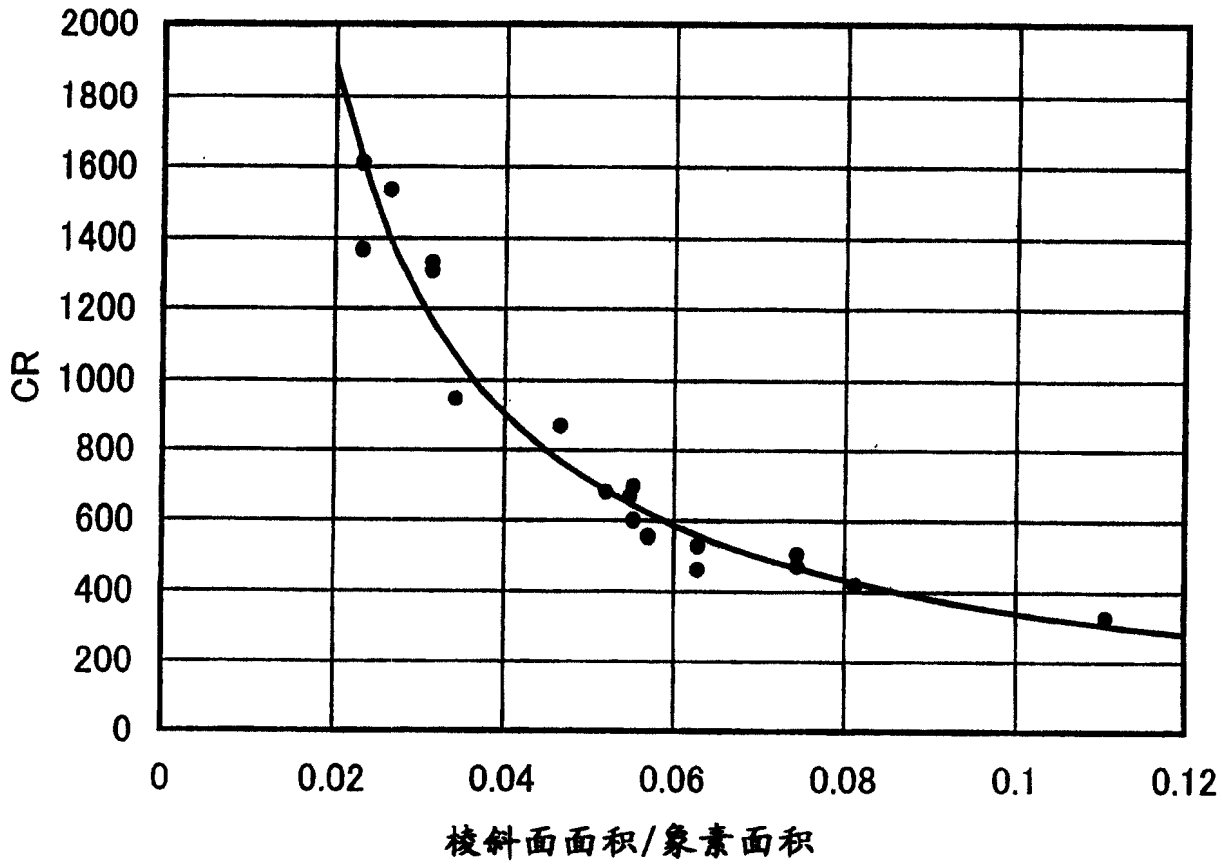

2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
CR
0
0.02
0.04
0.06
0.08
0.1
0.12
棱斜面面积/象素面积

图 6

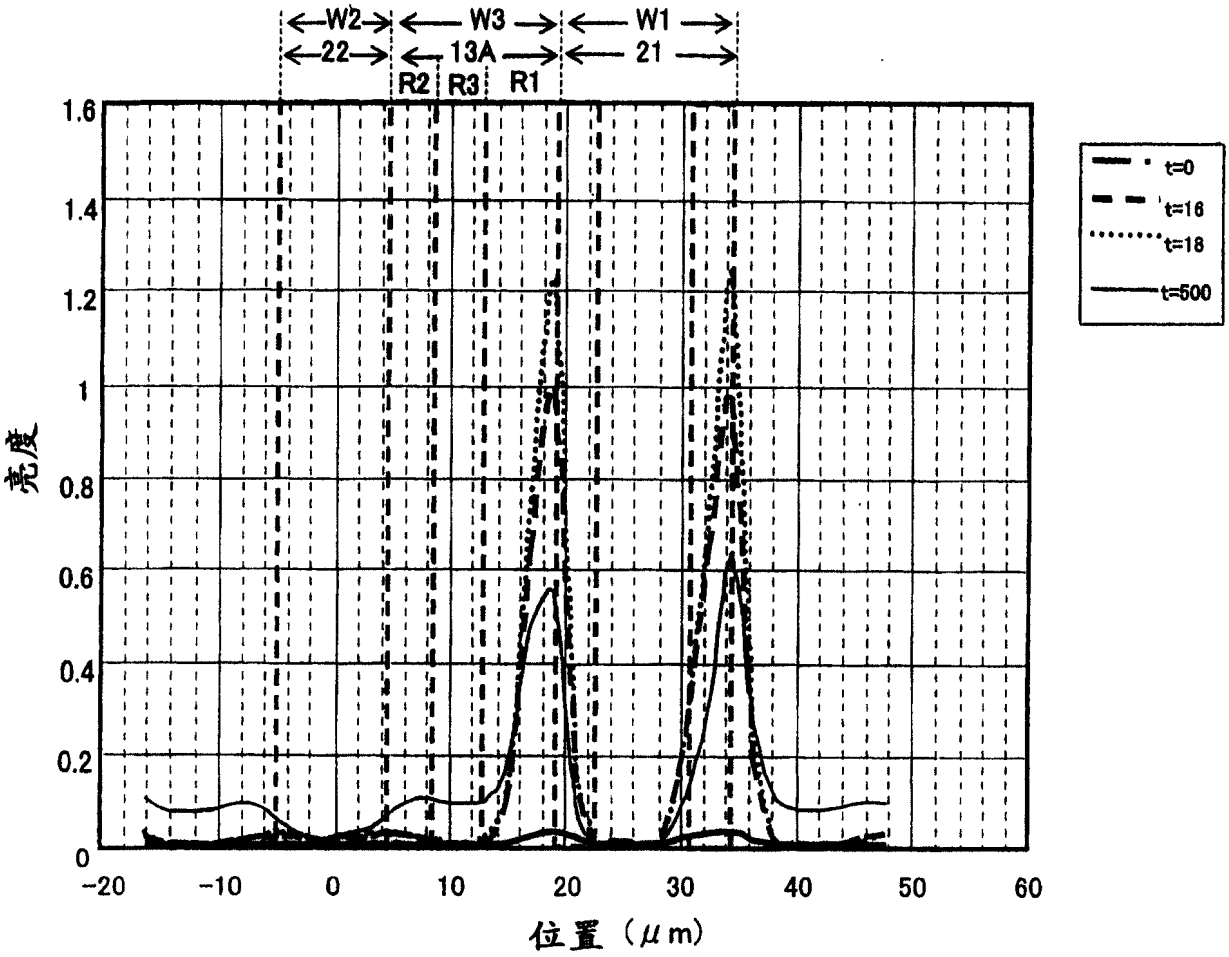

W2
W3
W1
22
13A
21
R2
R3
R1
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
亮度
-20
-10
0
10
20
30
40
50
60
位置（μm）
t=0
t=16
t=18
t=500

图 7

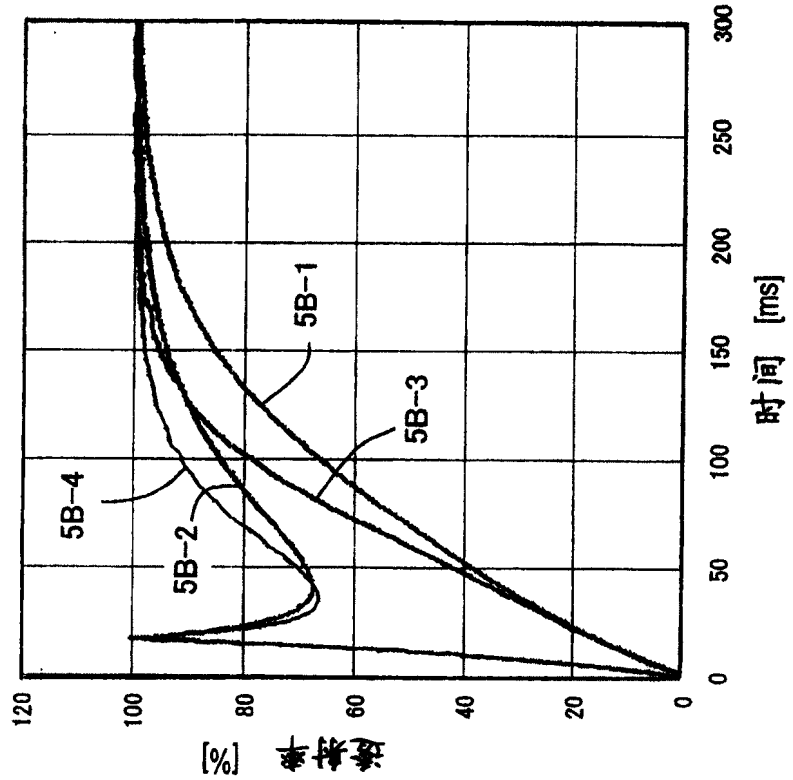

5B-1
5B-2
5B-3
5B-4
透射率 [%]
时间 [ms]
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300

图 8B

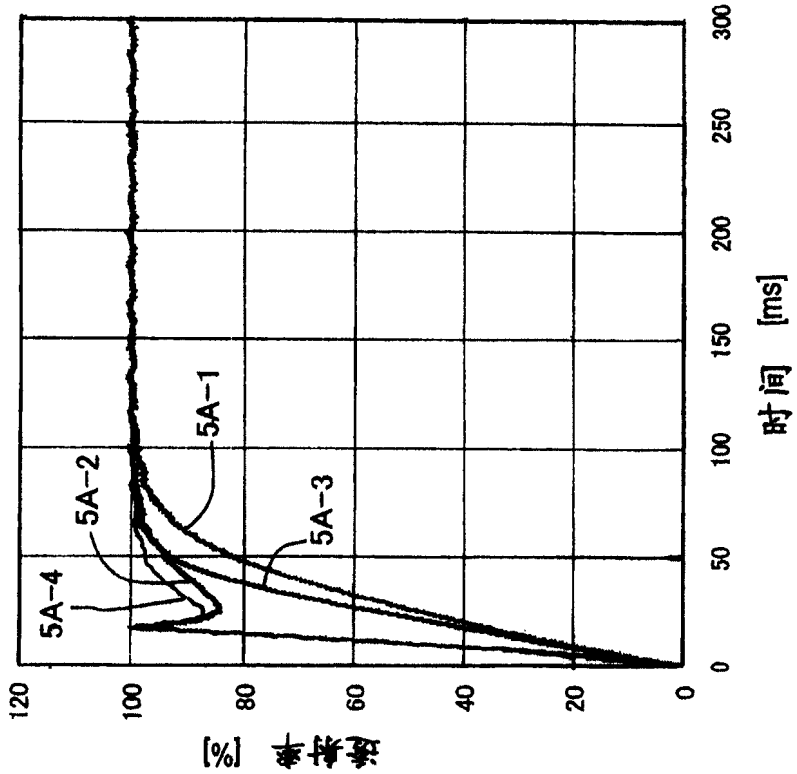

5A-1
5A-2
5A-3
5A-4
透射率 [%]
时间 [ms]
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300

图 8A

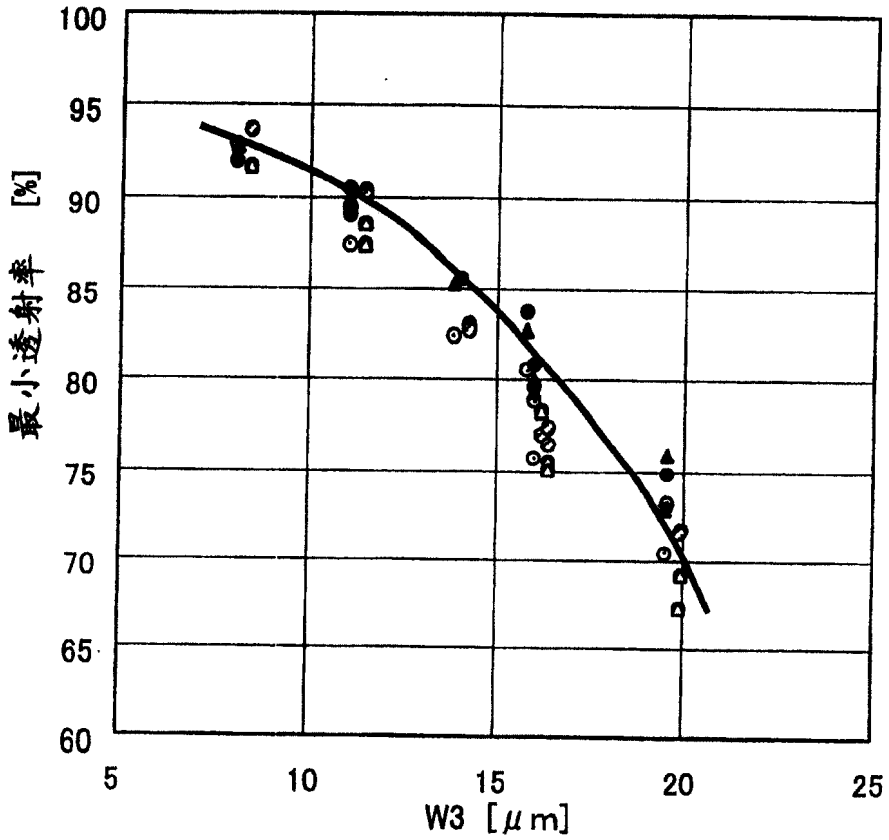

100
95
90
85
80
75
70
65
60
最小透射率 [%]
5
10
15
20
25
W3 [μm]
LC-A d=3.9μm RIB=1.35um
LC-B d=2.8μm RIB=1.35um
LC-C d=2.8μm RIB=1.35um
LC-B d=2.8μm RIB=0.7um
LC-C d=2.8μm RIB=0.7um
LC-D d=2.3μm RIB=0.7um

图 9

图 10A

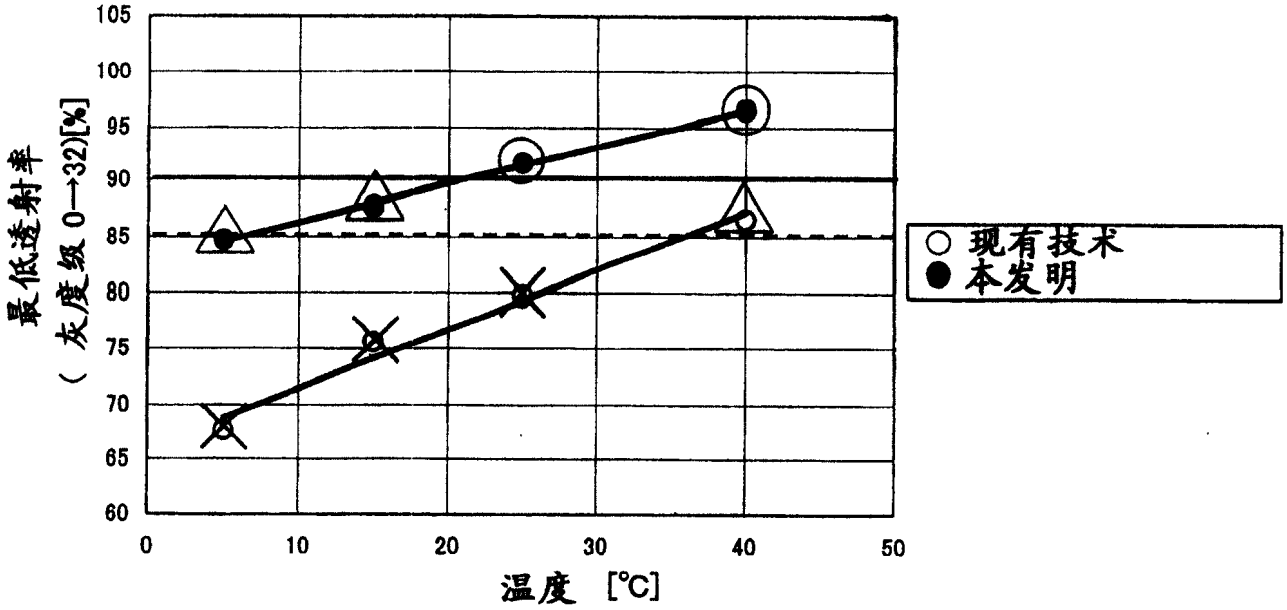
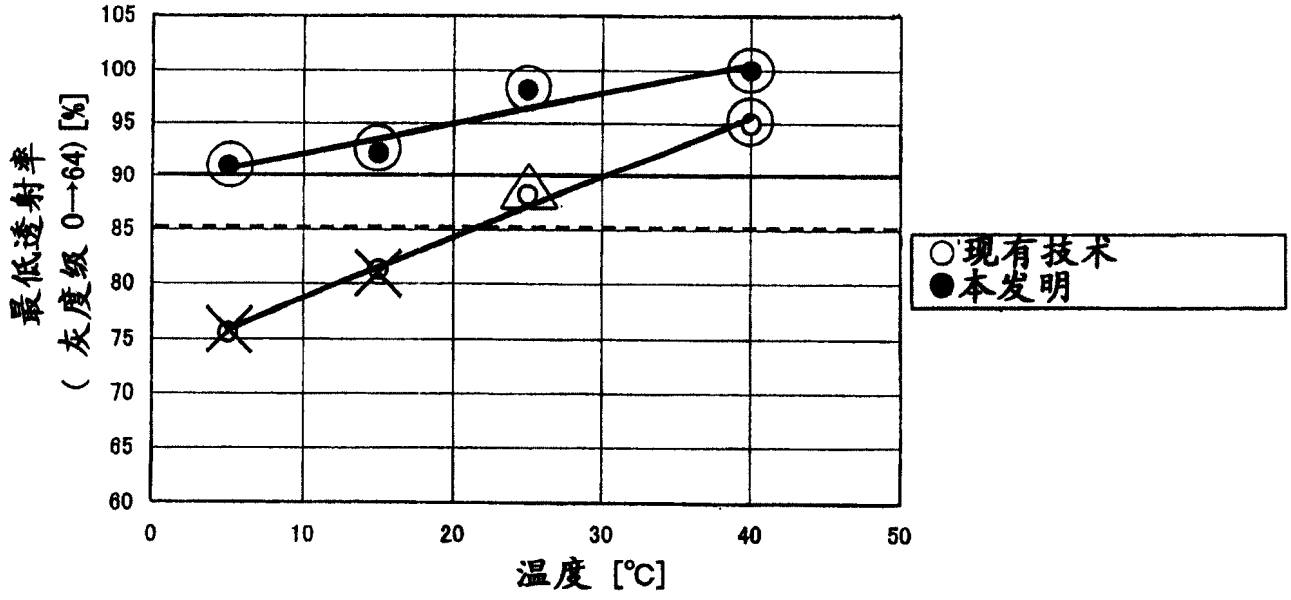

最低透射率
（灰度级 0→32）[%]
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
0
10
20
30
40
50
温度 [℃]
○ 现有技术
● 本发明

图 10B


最低透射率
（灰度级 0→64）[%]
105
100
95
90
85
80
75
70
65
60
0
10
20
30
40
50
温度 [℃]
○现有技术
●本发明

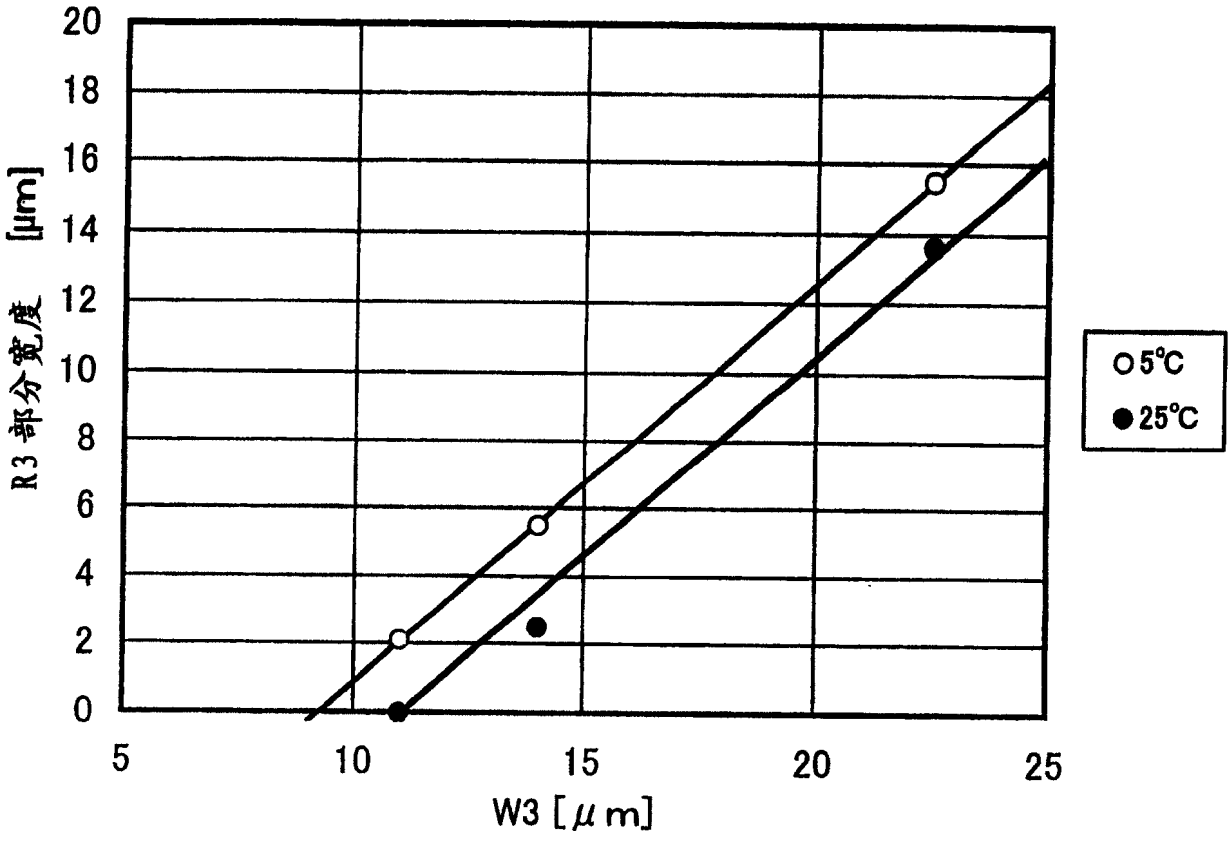
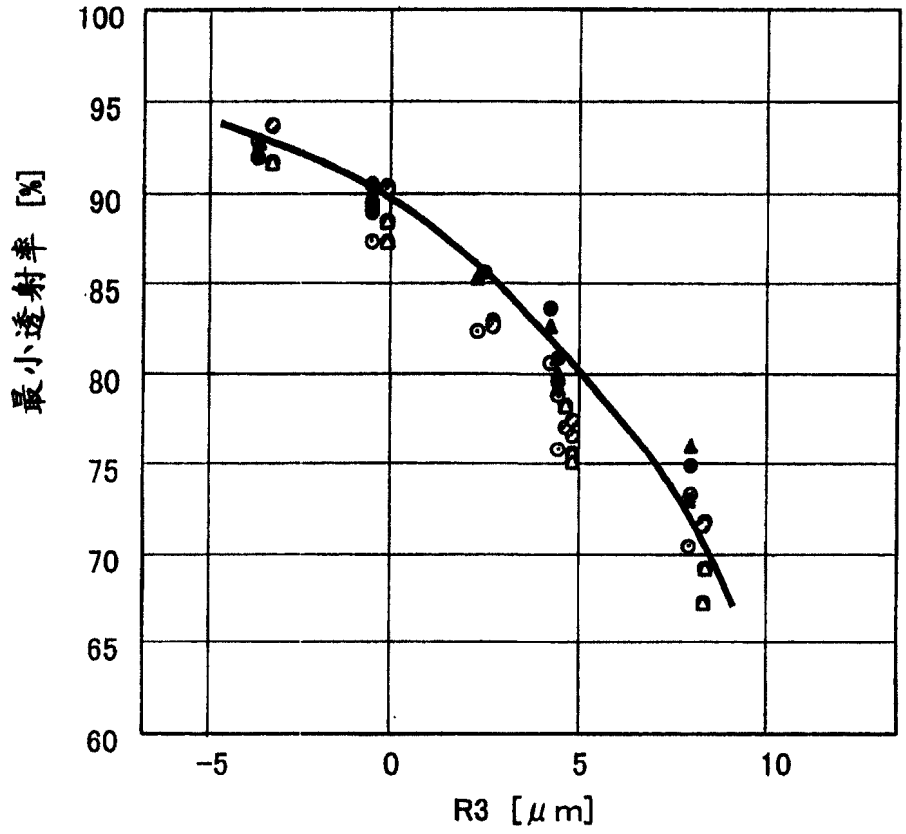


图 11



○ LC-A	d=3.9μm	RIB=1.35um
● LC-B	d=2.8μm	RIB=1.35um
▲ LC-C	d=2.8μm	RIB=1.35um
○ LC-B	d=2.8μm	RIB =0.7um
△ LC-C	d=2.8μm	RIB=0.7um
◎ LC-D	d=2.3μm	RIB=0.7um

图 12

图 13A

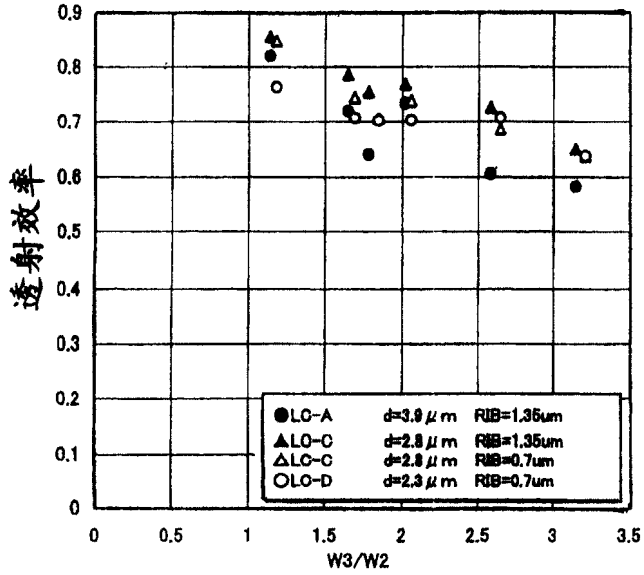


图 13B

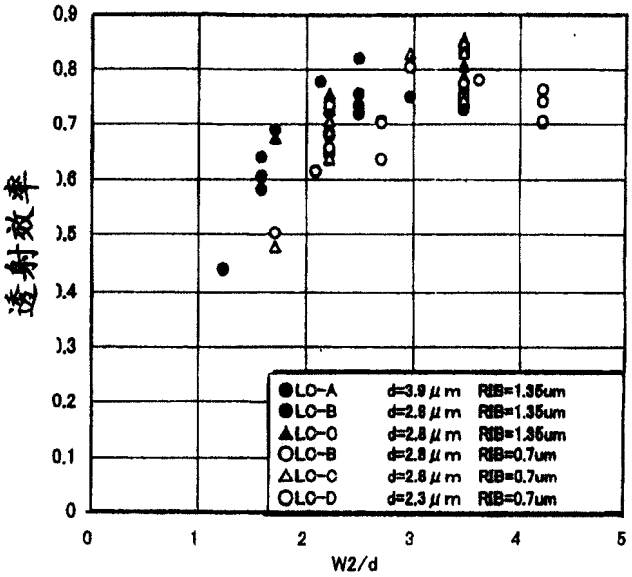
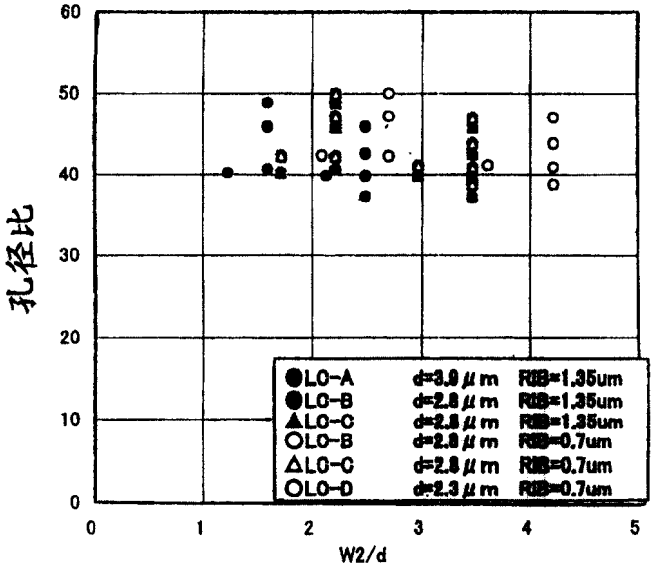


图 13C



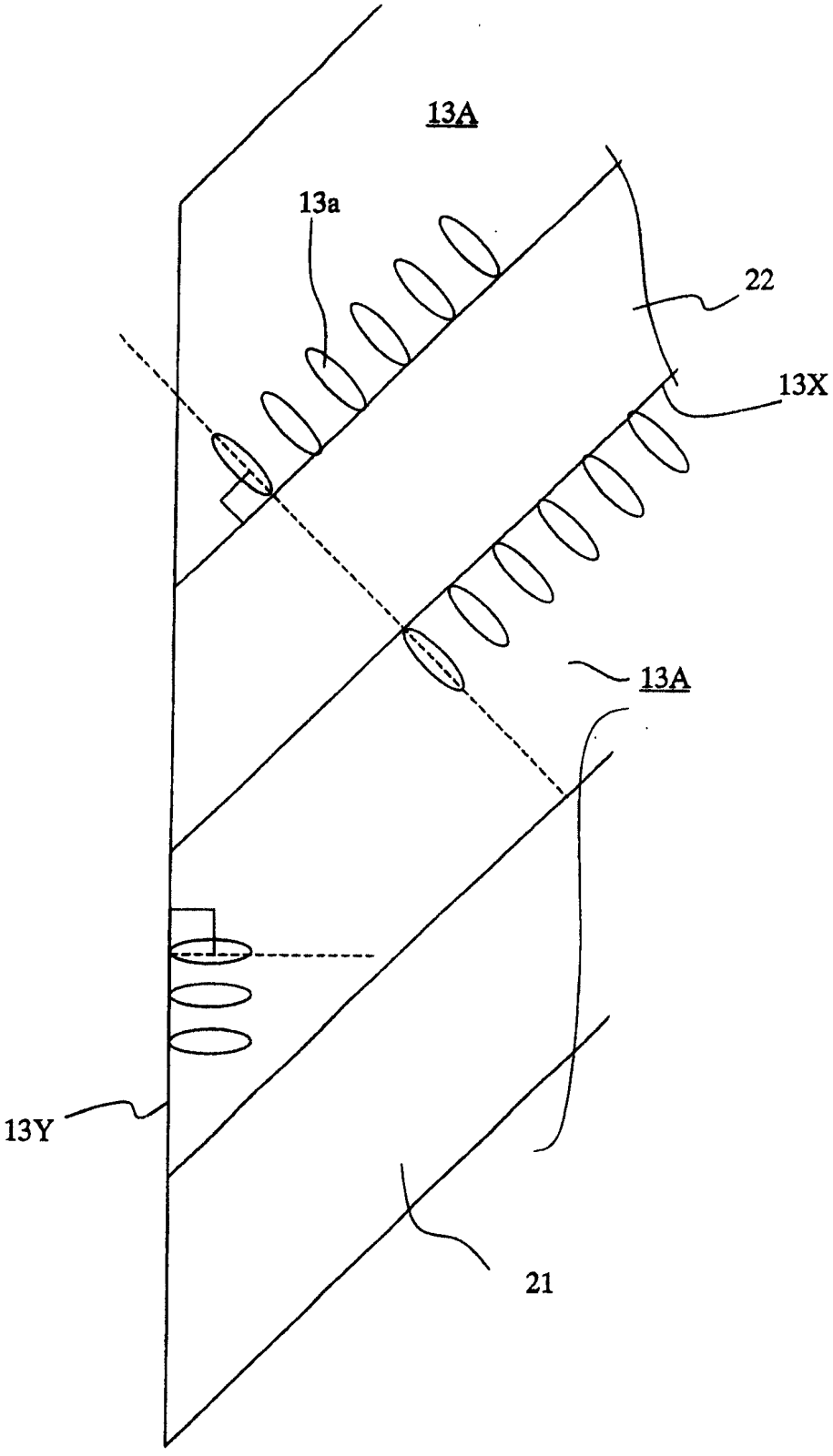


图 14

图 15A

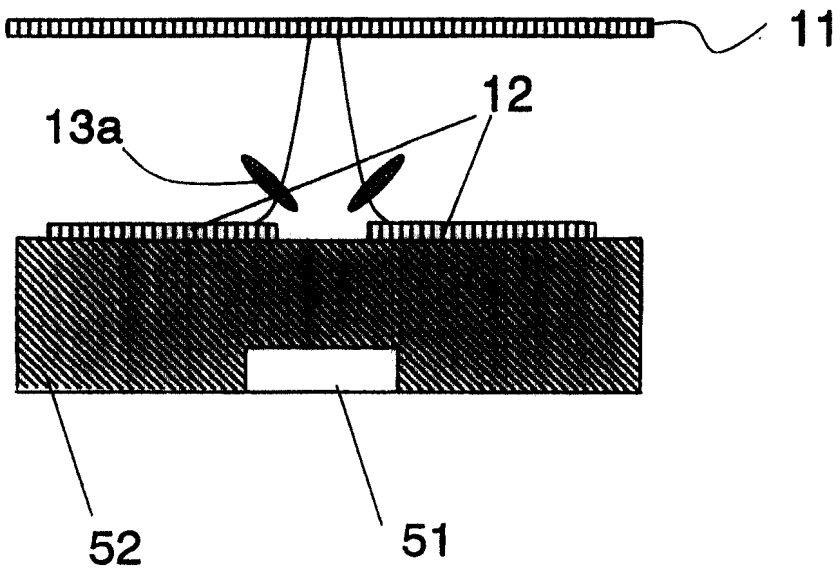


图 15B

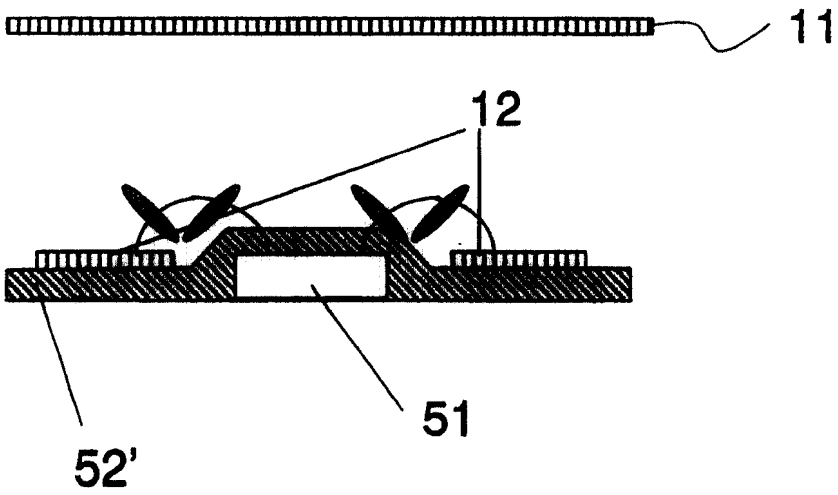


图 16A

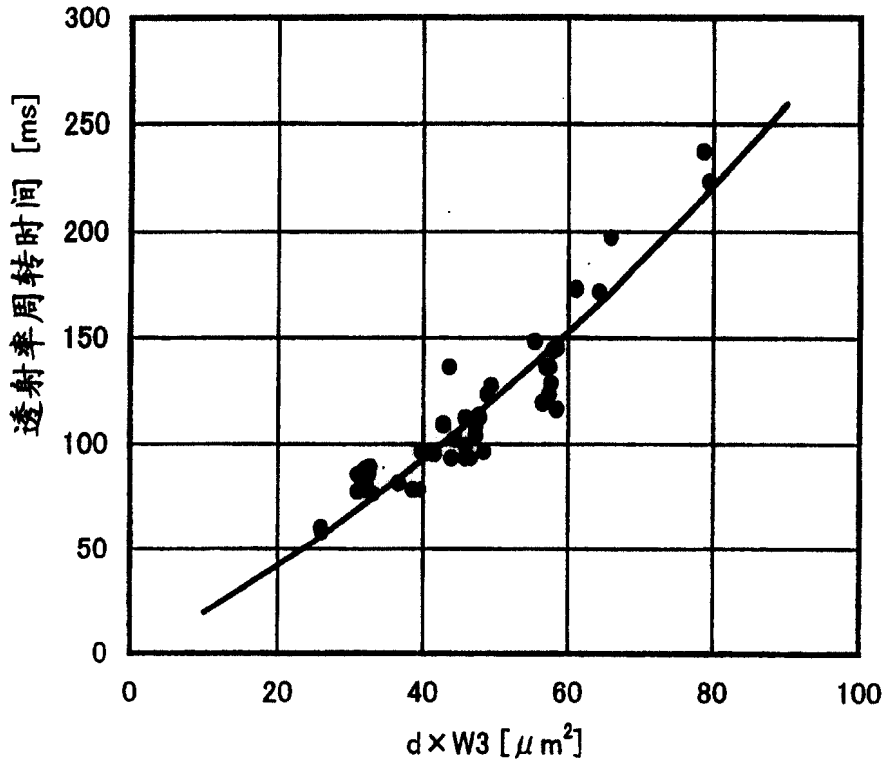

透射率周转时间 [ms]
300
250
200
150
100
50
0
0
20
40
60
80
100
d×W3 [μm²]

图 16B

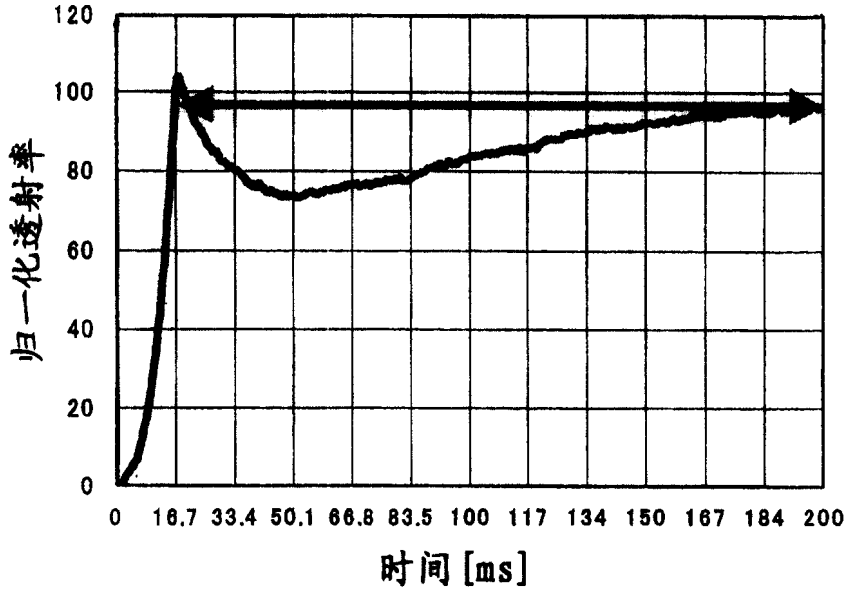

归一化透射率
120
100
80
60
40
20
0
0
16.7
33.4
50.1
66.8
83.5
100
117
134
150
167
184
200
时间 [ms]

图 17A

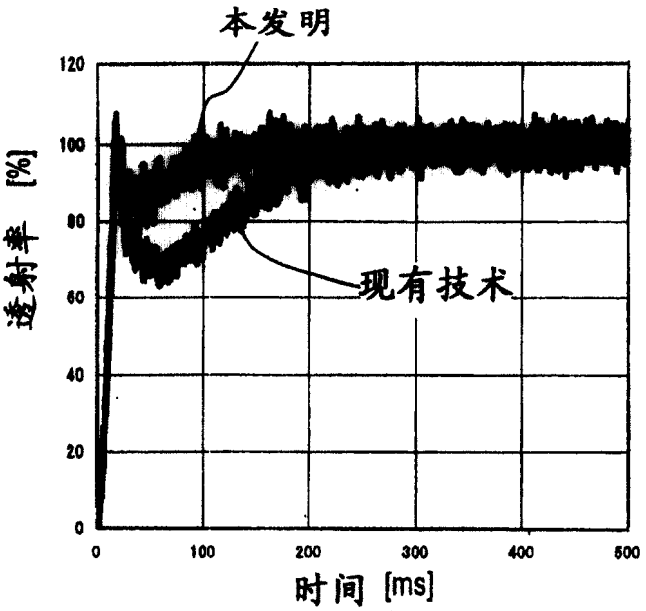


图 17B

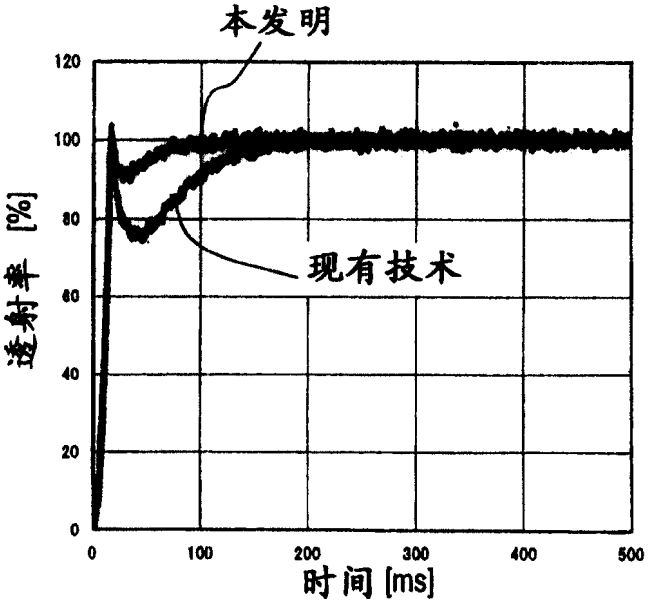
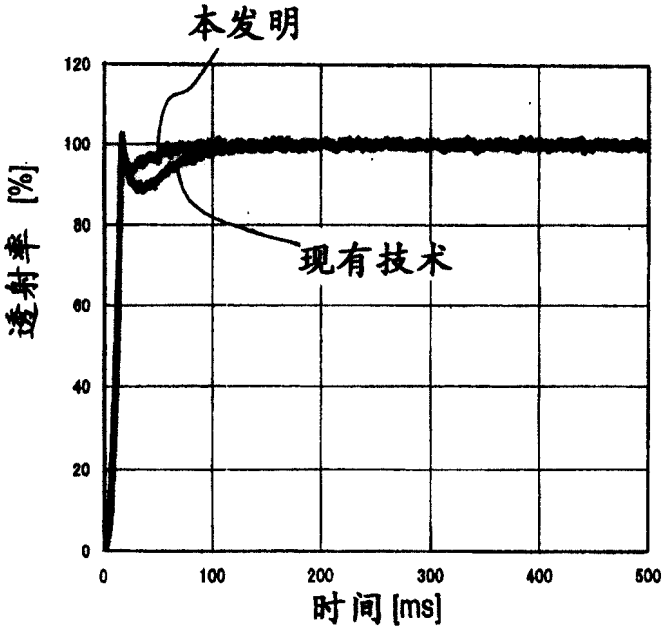


图 17C



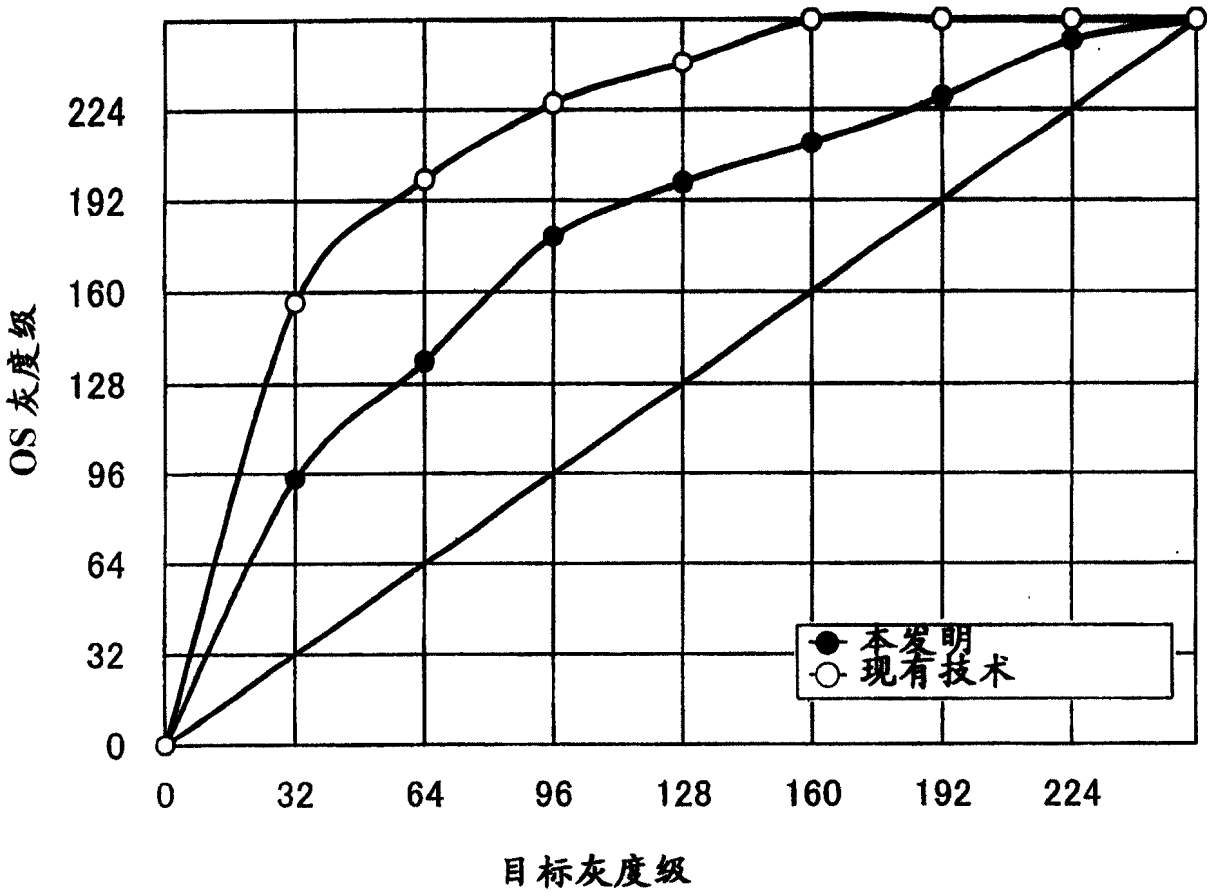

OS 灰度级
224
192
160
128
96
64
32
0
0
32
64
96
128
160
192
224
目标灰度级
本发明
现有技术

图 18

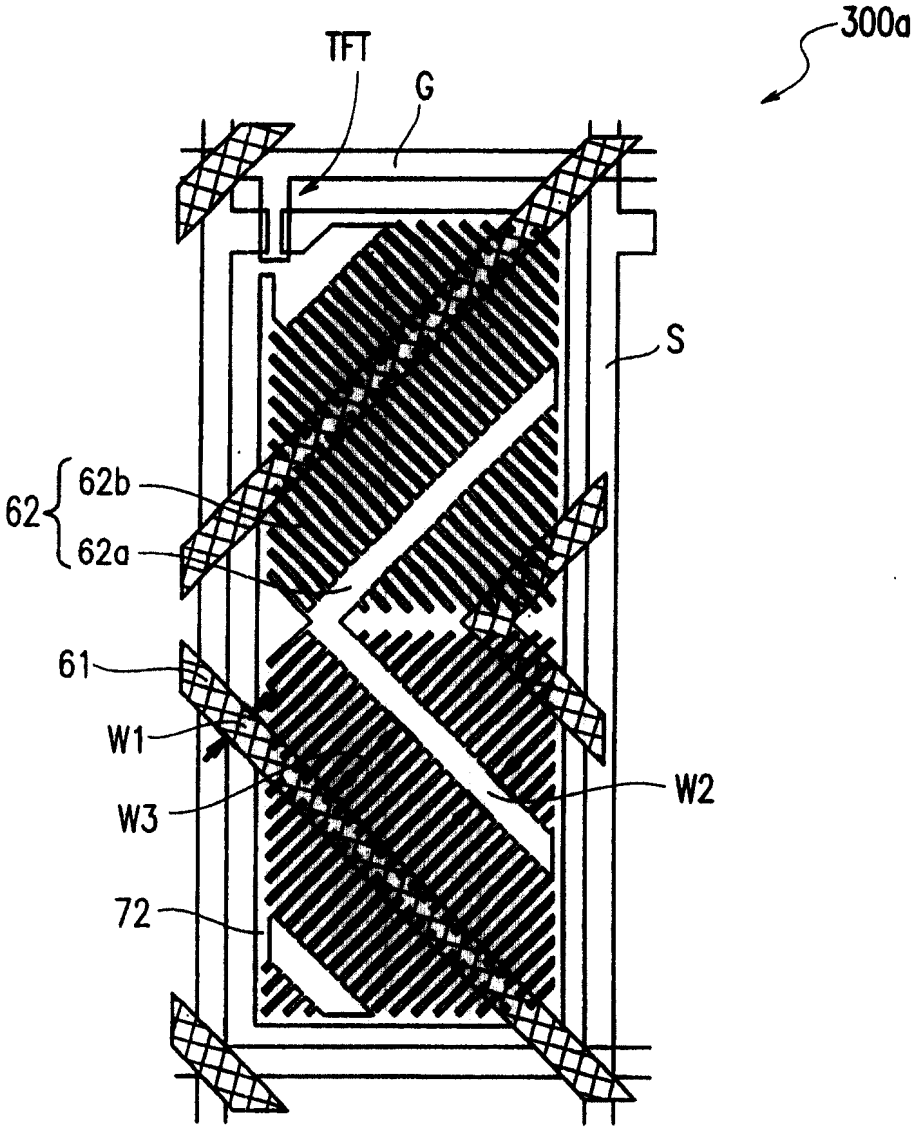


图 19

图 20A

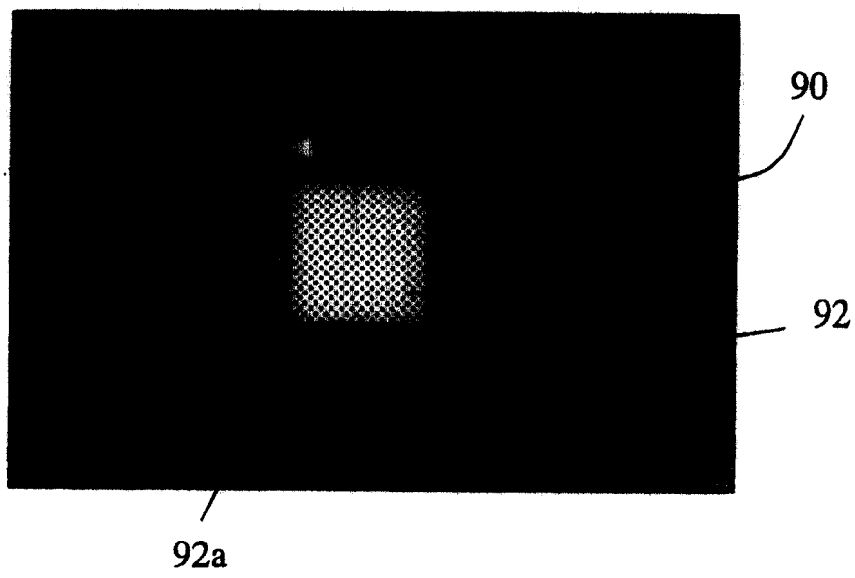
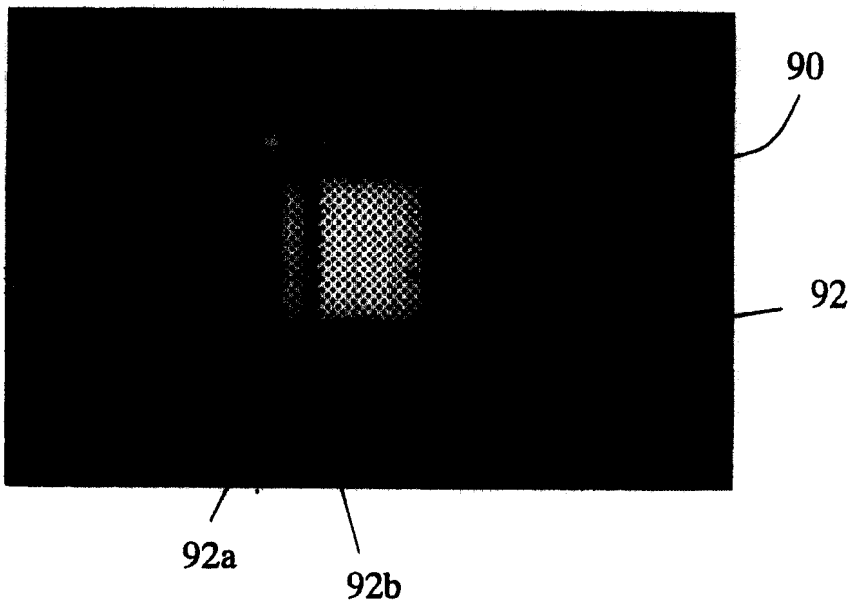
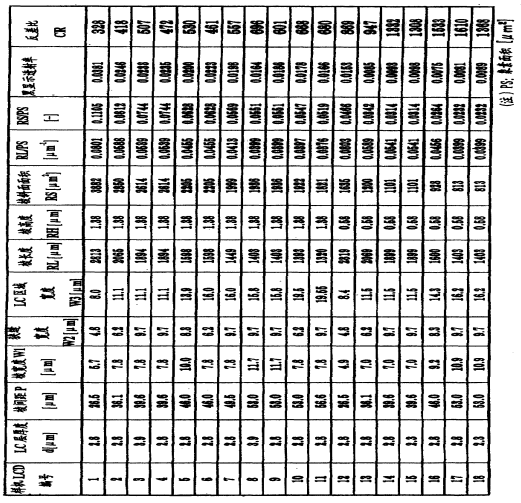


图 20B



专利名称(译)	液晶显示器件		
公开(公告)号	CN100405190C	公开(公告)日	2008-07-23
申请号	CN200410068745.8	申请日	2004-09-06
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	久保真澄 山本明弘 大上裕之 越智贵志		
发明人	久保真澄 山本明弘 大上裕之 越智贵志		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/139 G02F1/136 G02F1/1333 G02F1/1337 G02F1/1335		
CPC分类号	G02F1/133707 G02F1/1393		
代理人(译)	张雪梅		
优先权	2003314200 2003-09-05 JP		
其他公开文献	CN1591117A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种分隔排列的垂直排列液晶显示器件，该显示器件允许响应特性提高的同时抑制了反差比的降低。该器件具有多个象素，每个象素具有第一电极、与第一电极相对的第二电极，以及置于第一和第二电极之间的垂直排列液晶层。棱置于靠近第一电极的液晶层的表面部分中和/或靠近第二电极的液晶层的表面部分中。所述棱具有与液晶层接触的倾斜侧面，并且满足关系RL/PS≥0.05(μm-1)和RS/PS≤0.05，其中RS是从液晶层法线看到的象素中的侧面的总长度RL与棱高度RH的乘积(RL·RH)，且PS是象素面积。