

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/1337

G02F 1/133



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410092270.6

[43] 公开日 2005 年 5 月 11 日

[11] 公开号 CN 1614482A

[22] 申请日 2004. 11. 5

[21] 申请号 200410092270.6

[30] 优先权

[32] 2003. 11. 5 [33] JP [31] 2003 - 375935

[71] 申请人 NEC 液晶技术株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 井上大辅 西田真一

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

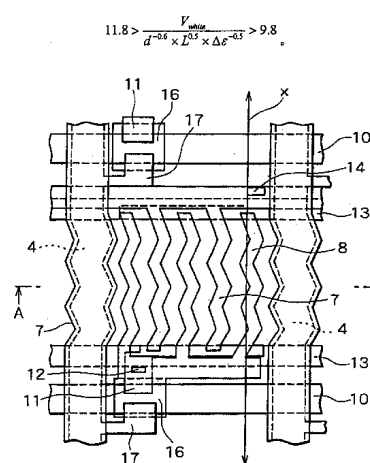
代理人 穆德骏 陆 弋

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 7 页

[54] 发明名称 液晶显示设备以及制造该设备的方法

[57] 摘要

一种平面内切换液晶显示设备，其设计方式是将由像素电极和共用电极的纵向与对齐层的滑动方向所限定的角设为 $10 \sim 20^\circ$ ，将单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 设为 $2.7 \mu\text{m}$ 或更小，将组成液晶层的液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 设为 $8 \sim 20$ ，将当显示白色时要施加到像素电极上的电压 $V_{\text{white}}(\text{V})$ 设为 $4 \sim 7\text{V}$ ，并且白色电压 $V_{\text{white}}(\text{V})$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 之间满足下面的表达式 $11.8 > V_{\text{white}}/d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5} > 9.8$ 。



1. 一种液晶显示设备, 包含:

第一和第二衬底, 以相对的方式布置;

5 绝缘层, 位于在第二衬底侧上的所述第一衬底的表面上;

共用电极, 形成于所述绝缘层上;

像素电极, 以与所述共用电极相平行的方式形成于所述绝缘层上;

10 第一对齐层, 用于覆盖所述绝缘层、所述像素电极和所述共用电极, 并且在与所述像素电极和所述共用电极的纵向成 $10\sim 20^\circ$ 角的方向上进行对齐处理;

第二对齐层, 位于在第一衬底侧上的所述第二衬底的表面上, 并且在与所述像素电极和所述共用电极的所述纵向成 $10\sim 20^\circ$ 角的方向上进行对齐处理; 以及

15 液晶层, 分布于所述第一对齐层和所述第二对齐层之间, 并且由具有各向异性介电常数为 $8\sim 20$ 的液晶组成,

其中所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的距离等于或小于 $2.7\mu\text{m}$, 当显示白色时施加到所述像素电极的电压为 $4\sim 7\text{V}$, 并且满足下面的表达式:

20
$$11.8 > \frac{V_{\text{white}}}{d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}} > 9.8 ,$$

其中 $V_{\text{white}}(V)$ 是当显示白色时要施加到所述像素电极上的所述电压, $\Delta\epsilon$ 是所述液晶的所述各向异性介电常数, $d(\mu\text{m})$ 是所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的所述距离, 并且 $L(\mu\text{m})$ 是所述像素电极和所述共用电极之间的间隔。

25

2. 如权利要求 1 所述的液晶显示设备, 其中所述像素电极和所述共用电极是由透明导电层形成的。

3. 一种液晶显示设备, 包含:

30 第一和第二衬底, 以相对的方式布置;

绝缘层，位于在第二衬底侧上的所述第一衬底的表面上；

像素电极和共用电极，其中一个形成于所述绝缘层上，另一个形成于所述第一衬底和所述绝缘层之间，以平面方式观察，它们相互平行；

5 第一对齐层，用于覆盖所述绝缘层和所述像素电极或所述共用电极，并且在与所述像素电极和所述共用电极的纵向成 10~20°角的方向上进行对齐处理；

10 第二对齐层，位于在第一衬底侧上的所述第二衬底的表面上，并且在与所述像素电极和所述共用电极的所述纵向成 10~20°角的方向上进行对齐处理；以及

液晶层，分布于所述第一对齐层和所述第二对齐层之间，并且由具有各向异性介电常数为 8~20 的液晶组成，

15 其中所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的距离等于或小于 2.7μm，当显示白色时在所述像素电极上施加 4~7V 的电压，并且满足下面的表达式：

$$11.8 > \frac{V_{white}}{\{(1.0 + T/3.0) \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}\}} > 9.8 ,$$

20 其中 $V_{white}(V)$ 是当显示白色时要施加到所述像素电极上的所述电压， $\Delta\epsilon$ 是所述液晶的所述各向异性介电常数， $d(\mu m)$ 是所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的所述距离， $L(\mu m)$ 是所述像素电极和所述共用电极之间的间隔，并且 $T(\mu m)$ 是所述绝缘层的厚度。

4. 如权利要求 3 所述的液晶显示设备，其中所述像素电极和所述共用电极是由透明导电层来形成的。

25 5. 如权利要求 2 或 4 所述的液晶显示设备，其中所述透明导电层是铟锡氧化物层。

6. 一种制造液晶显示设备的方法，包含的步骤有：

30 在第一衬底上提供绝缘层，在所述绝缘层上形成相互平行的共用电极和像素电极，然后形成第一对齐层，并且在与所述像素电极和所

述共用电极的纵向成 10~20°角的方向上对其进行对齐处理，以便覆盖住所述绝缘层、所述像素电极和所述共用电极；

在所述第二衬底上形成第二对齐层，并且在与所述像素电极和所述共用电极的所述纵向成 10~20°角的方向上进行对齐处理；以及

5 分布所述第一衬底和所述第二衬底，使它们相对放置，并且使所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的距离等于或小于 2.7 μm，并且在所述第一对齐层和所述第二对齐层之间分布各向异性介电常数为 8~20 的液晶，

10 其中当在显示白色时对像素电极施加 4~7V 的电压时，在显示白色时要施加到所述像素电极的所述电压 $V_{white}(V)$ 、所述液晶的所述各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的所述距离 $d(\mu m)$ 、以及所述像素电极和所述共用电极之间的所述间隔 $L(\mu m)$ 满足下面的表达式：

$$11.8 > \frac{V_{white}}{d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}} > 9.8 \quad .$$

15

7. 如权利要求 6 所述的方法，其中所述像素电极和所述共用电极是由透明导电层来形成的。

8. 一种制造液晶显示设备的方法，包含的步骤有：

20 在第一衬底上提供绝缘层，在所述绝缘层上形成共用电极和像素电极中的一个，并且在所述第一衬底和所述绝缘层之间形成另一个，以平面方式观察，两个相互平行，然后形成第一对齐层，并且在与所述像素电极和所述共用电极的纵向成 10~20°角的方向上对其进行对齐处理，以便覆盖住所述绝缘层以及所述像素电极或所述共用电极；

25 在所述第二衬底上形成第二对齐层，并且在与所述像素电极和所述共用电极的所述纵向成 10~20°角的方向上进行对齐处理；以及

30 分布所述第一衬底和所述第二衬底，使它们相对布置，并且使所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的距离等于或小于 2.7 μm，并且在所述第一对齐层和所述第二对齐层之间分布各向异性介电常数为 8~20 的液晶，

其中当在显示白色时对所述像素电极施加 4~7V 的电压时, 在显示白色时要施加到所述像素电极的所述电压 $V_{white}(V)$ 、所述液晶的所述各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、所述第一对齐层和所述第二对齐层之间的所述距离 $d(\mu m)$ 、所述像素电极和所述共用电极之间的间隔 $L(\mu m)$ 、以及所述绝缘层的厚度 $T(\mu m)$ 满足下面的表达式:

$$11.8 > \frac{V_{white}}{\{(1.0 + T/3.0) \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}\}} > 9.8 \quad .$$

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其中所述像素电极和所述共用电极是由透明导电层来形成的。

10. 如权利要求 7 或 9 所述的方法, 其中所述透明导电层是铟锡氧化物层。

液晶显示设备以及制造该设备的方法

5 技术领域

本发明涉及平面内切换液晶显示设备，它在平面内电场平行于衬底表面的情况下，通过控制液晶分子的对齐方向来执行显示。

背景技术

10 由于最近液晶显示设备技术的迅速进步，对液晶显示设备存在着实现视频性能的强烈需求，这一需求与 CRT（阴极射线管）显示设备的视频性能一样高。特别是，由于 IPS（平面内切换）液晶显示设备具有实现极宽视角的优良特性，因此它对电视的适应性迅速扩展。因此需要改善 IPS 液晶显示设备的响应性能，以便足以显示运动图片或视频图像。

15

一般地，使用响应速度 $\tau(=\tau_{on}+\tau_{off})$ 作为响应性能的指标，它是液晶从黑色显示切换到白色显示的响应时间 τ_{on} 与液晶从白色显示切换到黑色显示的响应时间 τ_{off} 的和。IPS 有源矩阵类型液晶显示设备的响应速度 τ 、中间衬底间隔 d 和液晶的旋转粘性系数 γ_1 之间的关系由下面的表达式 1 给出。

20

（表达式 1）

$$\tau \propto d^2 \times \gamma_1$$

25 从表达式 1 可以看出，为了使 IPS 液晶显示设备的响应更快或减少响应速度 τ ，减小中间衬底间隔 d 或使间隔变窄以及减小液晶的旋转粘性系数 γ_1 是有效的。

有一种液晶显示设备，它的设计通过定义液晶的旋转粘性系数 γ_1 和液晶的各向异性折射系数 Δn ，从而能够实现快速响应（参考例如日

30

本专利未决公开 2000-310797)。日本专利未决公开申请 2000-310797 中讲到, 通过将 $(\gamma_1/\Delta n^2)$ 设置为 6.0 Pa·sec 或更小, 可以在包括有半色调响应的一侧上将响应速度 τ 改善到 17×10^{-3} sec 或更小。通过将中间衬底间隔 d 设为 $3\mu\text{m}$, 以及使用包含在液晶材料中的的中性材料的量占 40wt%或更多并且旋转粘性系数 γ_1 被设为 45~55 mPa·sec 这样的极小值的液晶材料, 该公开中讲述的液晶显示设备的响应速度可以得到改善。

还有一种 IPS 液晶显示设备, 它的响应速度是通过将中间衬底间隔 d 和液晶的各向异性折射系数 Δn 的积 ($=d \times \Delta n$) 设定在 $0.2 \sim 0.55\mu\text{m}$ 的范围内来改善的 (日本专利未决公开申请 H9-297306)。

不过, 现有技术具有如下缺点。首先, 在日本专利未决公开申请 2000-310797 中讲述的液晶显示设备中使用中性材料与液晶层的其他成分相比具有较高的蒸汽压。因此, 当在像 ODF (一滴满) 系统和注入系统等真空中将包含有大量中性材料的液晶化合物封闭成一个单元时, 封闭期间中性材料会挥发。大量中性材料的挥发不仅改变了液晶化合物的特性, 而且改变了它的浓度, 导致液晶成分的结晶化。如果液晶化合物的某一单个成分具有较大含量, 则各单个成分的相容性下降。进而, 为了在增加中性材料比例的同时获得液晶的适合的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$, 应该加入一些具有较大介电常数和较强极化的材料来作为液晶成分。由于大部分这种材料具有对 Na 等离子的亲和力, 因此可能产生污点, 使材料非常难以使用。

在日本专利未决公开申请 H9-297306 中讲述的液晶显示设备中, 将由滑动方向和平面向内电场所限定的角设为 88° 。但是当施加电场时, 对在初始对齐方向上对齐的液晶产生的扭矩是很小的, 以至于无法实现快速驱动。

发明内容

本发明的目标是提出一种具有较高的响应速度和较高可靠性的平面内切换液晶显示设备，以及制造该液晶显示设备的方法。

根据本发明的液晶显示设备包含第一和第二衬底，以彼此相对的方式放置；绝缘层，位于在第二衬底侧上的第一衬底的表面上；共用电极，形成于绝缘层上；像素电极，以与共用电极相平行的方式形成于绝缘层上；第一对齐层，用于覆盖绝缘层、像素电极和共用电极，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10\sim 20^\circ$ 角的方向上容易进行对齐处理；第二对齐层，位于在第一衬底侧上的第二衬底的表面上，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10\sim 20^\circ$ 角的方向上容易进行对齐处理；以及液晶层，分布于第一对齐层和第二对齐层之间，并且由各向异性介电常数为 $8\sim 20$ 的液晶组成。第一对齐层和第二对齐层之间的距离等于或小于 $2.7\mu\text{m}$ ，当显示白色时施加到像素电极的电压为 $4\sim 7\text{V}$ ，并且满足下面的表达式 2。

(表达式 2)

$$11.8 > \frac{V_{\text{white}}}{d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}} > 9.8$$

在表达式 2 中， $V_{\text{white}}(V)$ 是当显示白色时要施加到像素电极上的电压， $\Delta\epsilon$ 是液晶的各向异性介电常数， $d(\mu\text{m})$ 是第一对齐层和第二对齐层之间的距离，并且 $L(\mu\text{m})$ 是像素电极和共用电极之间的间隔。

根据本发明，由像素电极和共用电极的纵向与对齐层的滑动方向所限定的角被设为 $10\sim 20^\circ$ ，第一对齐层和第二对齐层之间距离 $d(\mu\text{m})$ 被设为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小，液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 被设为 $8\sim 20$ ，当显示白色时要施加到像素电极上的电压 V_{white} 被设为 $4\sim 7\text{V}$ ，并且白色电压 V_{white} 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、第一对齐层和第二对齐层之间的距离 $d(\mu\text{m})$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 满足表达式 2 的关系。因此，液晶显示设备的可靠性得到改善，并且与现有的 IPS 液晶显示设备相比，其以 $15\times 10^{-3}\text{sec}$ 或更小的高速来响应。

根据本发明的另一个液晶显示设备包括第一和第二衬底，以彼此相对的方式放置；绝缘层，位于在第二衬底侧上的第一衬底的表面上；像素电极和共用电极，其中一个形成于绝缘层上，另一个形成于第一衬底和绝缘层之间，以平面方式观察，它们相互平行；第一对齐层，用于覆盖绝缘层和像素电极或共用电极，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 10~20°角的方向上容易进行对齐处理；第二对齐层，位于在第一衬底侧上的第二衬底的表面上，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 10~20°角的方向上容易进行对齐处理；以及液晶层，分布于第一对齐层和第二对齐层之间，并且由各向异性介电常数为 8~20 的液晶组成。第一对齐层和第二对齐层之间的距离等于或小于 2.7μm，当显示白色时在像素电极上施加 4~7V 的电压，并且满足下面的表达式 3。

(表达式 3)

$$11.8 > \frac{V_{white}}{\{(1.0 + T/3.0) \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}\}} > 9.8$$

在表达式 3 中， $V_{white}(V)$ 是当显示白色时要施加到像素电极上的电压， $\Delta\epsilon$ 是液晶的各向异性介电常数， $d(\mu m)$ 是第一对齐层和第二对齐层之间的距离， $L(\mu m)$ 是像素电极和共用电极之间的间隔，并且 $T(\mu m)$ 是绝缘层的厚度。

根据本发明，由像素电极和共用电极的纵向与对齐层的滑动方向所限定的角被设为 10~20°，第一对齐层和第二对齐层之间距离 $d(\mu m)$ 被设为 2.7 μm 或更小，液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 被设为 8~20，当显示白色时要施加到像素电极上的电压 V_{white} 被设为 4~7V，并且白色电压 $V_{white}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、第一对齐层和第二对齐层之间的距离 $d(\mu m)$ 、层间层的厚度 $T(\mu m)$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu m)$ 满足表达式 3 的关系。因此，具有在像素电极和共用电极之间提供的绝缘层的液晶显示设备，与现有的 IPS 液晶显示设

备相比，能够获得改善的可靠性和 $15 \times 10^{-3} \text{sec}$ 或更小的快速的响应速度。

5 根据本发明的像素电极和共用电极液晶显示设备可以使用透明导电层来形成，并且该透明导电层是例如铟锡氧化物（ITO）层。

10 根据本发明制造液晶显示设备的方法包含的步骤有：在第一衬底上提供绝缘层，在该绝缘层上形成相互平行的共用电极和像素电极，然后形成第一对齐层，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10 \sim 20^\circ$ 角的方向上对其进行对齐处理，以便覆盖住绝缘层、像素电极和共用电极；在第二衬底上形成第二对齐层，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10 \sim 20^\circ$ 角的方向上进行对齐处理；以及分布第一衬底和第二衬底，使它们相对放置，并且使第一对齐层和第二对齐层之间的距离等于或小于 $2.7 \mu\text{m}$ ，并且在第一对齐层和第二对齐层之间分布各向异性介电常数为 $8 \sim 20$ 的液晶。当在显示白色时对像素电极施加 $4 \sim 7\text{V}$ 的电压时，在显示白色时要施加到像素电极的电压 $V_{\text{white}}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、第一对齐层和第二对齐层之间的距离 $d(\mu\text{m})$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 满足表达式 2。

20 根据本发明制造液晶显示设备的另一个方法包含的步骤有：在第一衬底上提供绝缘层，在该绝缘层上形成共用电极和像素电极中的一个，并且在第一衬底和绝缘层之间形成另一个，以平面方式观察，两个相互平行，然后形成第一对齐层，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10 \sim 20^\circ$ 角的方向上对其进行对齐处理，以便覆盖住绝缘层以及像素电极或共用电极；在第二衬底上形成第二对齐层，并且在与像素电极和共用电极的纵向成 $10 \sim 20^\circ$ 角的方向上进行对齐处理；以及分布第一衬底和第二衬底，使它们相对放置，并且使第一对齐层和第二对齐层之间的距离等于或小于 $2.7 \mu\text{m}$ ，并且在第一对齐层和第二对齐层之间分布各向异性介电常数为 $8 \sim 20$ 的液晶。当在显示白色时对像素电极施加 $4 \sim 7\text{V}$ 的电压时，在显示白色时要施加到像素电极的电压

25

30

$V_{white}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、第一对齐层和第二对齐层之间的距离 $d(\mu m)$ 、像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu m)$ 、以及绝缘层的厚度 $T(\mu m)$ 满足表达式 3。

- 5 根据本发明，可以通过将由像素电极和共用电极的纵向与对齐层的滑动方向所限定的角设为 $10\sim 20^\circ$ ，将第一对齐层和第二对齐层之间距离 $d(\mu m)$ 设为 $2.7\ \mu m$ 或更小，将液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 设为 $8\sim 20$ ，并且优化白色电压 $V_{white}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、第一对齐层和第二对齐层之间的距离 $d(\mu m)$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu m)$ 之间的关系，来改善可靠性和响应速度。这能够提供一种液晶显示设备，与现有的 IPS 液晶显示设备相比，其具有高可靠性并以高速进行响应。
- 10

附图说明

- 15 图 1 为平面图，示出了根据本发明第一实施例的液晶显示设备的结构；

图 2 为沿着图 1 中的线 A-A 的剖面图；

图 3 为剖面图，通过例子示出了本发明的第一实施例中共用电极 7 和像素电极 8 的位置；

- 20 图 4 是示出了 VT 峰值电压 V_{max} 和单元间隔 d 之间的关系的图，其中横轴为 d 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 V_{max} 的对数；

图 5 是示出了 VT 峰值电压 V_{max} 和电极间间隔 L 之间的关系的图，其中横轴为 L 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 V_{max} 的对数；

- 25 图 6 是示出了 VT 峰值电压 V_{max} 和液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 之间的关系的图，其中横轴为 $\Delta\epsilon$ 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 V_{max} 的对数；

图 7 为平面图，示出了根据本发明第二实施例的液晶显示设备的结构；

图 8 为沿着图 7 中的线 B-B 的剖面图；

- 30 图 9 为剖面图，通过例子示出了本发明的第二实施例中共用电极

7 和像素电极 8 的位置。

具体实施方式

下面参考附图来讲述根据本发明的优选实施例的液晶显示设备。

5 首先来讨论根据第一实施例的液晶显示设备。图 1 为平面图，示出了根据该实施例的液晶显示设备的结构，并且图 2 为沿着图 1 中的线 A-A 的剖面图。根据该实施例的液晶显示设备是 IPS 有源矩阵类型液晶显示设备。

10 如图 1 和 2 所示，根据该实施例的液晶显示设备具有位于透明衬底 1 上的中间层绝缘层 2，以及在中间层绝缘层 2 上相互平行形成的辅助像素电极 3 和数据线 4。硅氮化物层 5 和透明丙烯酸层 6 作为中间层绝缘层依次位于中间层绝缘层 2、辅助像素电极 3 和数据线 4 上。二者均由 ITO 等透明导电层形成的共用电极 7 和像素电极 8 相互平行地形成在透明丙烯酸层 6 上。共用电极 7 是在透明丙烯酸层 6 上对应于其中形成数据线 4 的区域的区域中形成的，并且像素电极 8 是在透明丙烯酸层 6 上对应于其中形成辅助像素电极 3 的区域的区域中形成的。在给定方向上经过了对齐处理的对齐层 9 位于透明丙烯酸层 6 上，并且覆盖着共用电极 7 和像素电极 8。

20

在垂直于数据线 4 的方向上延伸的栅极 10 是在透明衬底 1 和中间层绝缘层 2 之间形成的。具有无定形硅层 16、源极 11 和漏极 17 的薄膜晶体管是在中间层绝缘层 2 上数据线 4 和栅极 10 相交的位置附近形成的。薄膜晶体管的源极 11 连接到辅助像素电极 3，并且还经由源极 11 上的硅氮化物层 5 和透明丙烯酸层 6 中的接触孔 12 连接到像素电极 8。进而，形成共用电极布线 13，其与在透明衬底 1 和中间层绝缘层 2 之间的栅极 10 相平行。共用电极布线 13 经由穿过中间层绝缘层 2、硅氮化物层 5 和透明丙烯酸层 6 的接触孔 14 连接到共用电极 7。

30

在布置为面对透明衬底 1 的透明衬底 20 上形成颜色层 21 和黑色矩阵 22。在透明衬底 20 上的颜色层 21 和黑色矩阵 22 是包裹层 23，其上有用于形成单元间隔的柱形间隔装置（图中未示出）。柱形间隔装置位于透明衬底 20 的区域中，与透明衬底 1 的形成了栅极 10 且未形成数据线 4 和无定形硅层 16 的区域对齐。在给定方向上经过对齐处理的对齐层 24 位于包裹层 23 和间隔装置上。用于防止充电的导电层 25 位于透明衬底 20 的与形成颜色层 21 和黑色矩阵 22 的侧相反的一侧上。

该实施例中的对齐层 9 和对齐层 24 的上表面通过在垂直于栅极 10 的延伸方向的方向上进行滑动可以进行对齐处理。共用电极 7 和像素电极 8 相互平行，并且在对齐层 24 的对齐方向或滑动方向 x 上以对称的方式呈现弯曲。由滑动方向 x 与共用电极 7 和像素电极 8 的纵向所限定的角 β 在 10~20°的范围内。

透明衬底 1 和透明衬底 20 的分布方式是，它们的滑动方向 x 与其中的对齐层 9 和对齐层 24 的方向一样。在对齐层 9 和对齐层 24 之间通过密封元件（图中未示出）等将各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 为 8~20 的液晶进行密封。根据该实施例的液晶显示设备中液晶层 15 的厚度或对齐层 9 和对齐层 24 之间的单元间隔 d 为 2.7 μm 或更小。可以通过改变柱形间隔装置的高度来调整单元间隔 d 的值。

片形偏光器 26a 和 26b 分别贴于透明衬底 1 和透明衬底 20 的外表面。透明衬底 1 上的片形偏光器 26a 被粘贴使得它的偏振传输轴与在透明衬底 1 上形成的对齐层 9 的滑动方向 x 几乎是相互平行的。透明衬底 20 上的片形偏光器 26b 被粘贴使得它的偏振传输轴与在透明衬底 20 上形成的对齐层 24 的滑动方向 x 几乎是相互平行的。

下面讲述对根据该实施例的液晶显示设备的单元间隔 d 和液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 的值进行限制的原因。

5 本发明人对清晰和高保真的重放液晶显示设备上的视频图像进行实验和研究，并且发现通过将响应速度 $\tau(=\tau_{on}+\tau_{off})$ 设为 $15\times10^{-3}\text{sec}$ 或更小，将会显著改善视频的性能，其中 τ 为液晶从黑色显示切换到白色显示的响应时间 τ_{on} 和液晶从白色显示切换到黑色显示的响应时间 τ_{off} 的和。从表达式1可以看出，减小单元间隔 d 和各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 能够有效使IPS有源矩阵类型液晶显示设备的响应更快，或减少响应速度 τ 。因此，本发明人研究了单元间隔 d 和响应速度 τ 之间的关系。下面的表1示出了通过使用在当前可用于IPS液晶显示设备的液晶中具有最小旋转粘性系数 γ_1 (=90 mPa·sec)的液晶来实际测量和实验在改变单元间隔 d 时所获得的响应速度 τ 的结果。本发明人通过实验发现，如表1所示，将单元间隔 d 设为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小能够使响应速度达到 $15\times10^{-3}\text{sec}$ 或更小。因此，根据该实施例的液晶显示设备的单元间隔 d 应该为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小。

15

表 1

单元间隔 d (μm)	液晶的旋转粘性系数 γ_1 (mPa·sec)	响应速度 τ ($\times 10^{-3}\text{sec}$)
2.4	90	12
2.7	90	15
2.8	90	16

20 IPS有源矩阵类型液晶显示设备存在一个问题，即减小单元间隔 d 会增加驱动电压。液晶显示设备的阈值电压 $V_{th}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、单元间隔 d (μm)和共用电极7与像素电极8之间的间隔 L (μm)之间的关系由下面的表达式4给出。

(表达式4)

$$V_{th} \propto \frac{L}{d} \times \left(\frac{K_{22}}{\Delta\epsilon} \right)^{0.5}$$

25

在表达式4中， K_{22} 为液晶的弹性系数。由于液晶显示设备的VT峰值电压 V_{max} 与表达式4中所给的阈值电压 V_{th} 成正比，因此从表达式

4 可得下面的表达式 5。

(表达式 5)

$$V_{\max} \propto \frac{L}{d} \times \left(\frac{K_{22}}{\Delta\epsilon} \right)^{0.5}$$

5

从表达式 5 明显可以看出，减小单元间隔 d 会增加 VT 峰值电压 $V_{\max}$ ，这样液晶显示设备就无法在合适的电压下工作。减小驱动电压的一个方法是增加各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 。不过，增加液各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 会增加旋转粘性系数 γ_1 ，从而使响应速度 τ 变慢。

10

一般地，具有较窄单元间隔 d 的 IPS 液晶显示设备使用的液晶材料的各向异性折射率 Δn 要大于 0.1。不过，使用这种材料，旋转粘性系数 γ_1 不会变小，即使在各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 小于 8 的情况下，因此在可靠性方面并没有显著的改善。使液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 大于 20 不仅会增加旋转粘性系数 γ_1 ，而且使可靠性很不稳定，结果使得液晶显示设备不能正常使用。根据这一方面，应该将根据该实施例的液晶显示设备的液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 设为 8~20。

15

接下来讨论根据该实施例的液晶显示设备的工作。当没有施加电场时，根据该实施例的液晶显示设备以正常的黑色模式显示图像，在这种模式下光无法传输。也就是说，在电压约为 0V 时显示的是黑色，当对像素电极 8 施加电压时，液晶被共用电极 7 和像素电极 8 之间产生的电场所驱动，并且液晶的双折射改变了光的透光率。

20

在根据本实施例的液晶显示设备中，当显示白色时要施加到像素电极 8 上的电压 V_{white} （白色电压）被设为 4~7V，并且进而，在给定范围内设定的白色电压 $V_{\text{white}}(V)$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 、共用电极 7 和像素电极 8 之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 、以及中间层层的厚度 $T(\mu\text{m})$ 由下面的表达式 6 给出。

25

30

(表达式 6)

$$11.8 > \frac{V_{white}}{d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}} > 9.8$$

下面来讲述做这种设定的原因。本发明人研究了即使在单元间隔
5 d 设为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小以使响应速度 τ 为 $15 \times 10^{-3}\text{sec}$ 或更小的情况下，也能够既能提供具有较高透光率的良好显示，又能保持合适的驱动电压的 IPS 液晶显示设备，并且取得了如下结果。

首先，当减小单元间隔和使用平面内电场来驱动液晶时，对强场
10 的要求使得最好是将产生平面内电场的共用电极 7 和像素电极 8 放置得尽可能靠近液晶层 15。图 3 为剖面图，通过例子示出了根据该实施例的液晶显示设备中共用电极 7 和像素电极 8 的位置。本发明人发现，如果形成的共用电极 7 和像素电极 8 都更靠近透明衬底 1 而不是绝缘层 19，则需要极高的电压才能驱动具有较窄单元间隔的液晶，因此这一
15 结构对于驱动液晶来讲是不合适的。本发明人最终发现，最为优选的结构是将共用电极 7 和像素电极 8 中的至少一个分布成与对齐层 9 相接触的形式或使其位于绝缘层 19 上。

本发明人还研究了在如图 3 所示的液晶显示设备中，在 $2.7\mu\text{m}$ 或
20 更小的窄间隔的情况下，VT 峰值电压 $V_{\text{max}}(V)$ 和液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 之间，单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 和共用电极 7 与像素电极 8 之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 之间的关系，并且发现随着单元间隔做得更窄，表达式 5 将远离实际的测量值。因此，本发明人通过下面讨论的方法对那些关系进行了详细的研究。

25 本发明人发现，当由电极的纵向与液晶层 15 中的液晶的初始对齐方向所限定的角 β 是 15° 时，能够获得驱动电压和响应速度之间的最佳关系，因此将角 β 设为 15° 。由于当角 β 位于 $10\sim 20^\circ$ 的范围内时，驱动电压没有明显的差别并且响应速度也是很明显的，因此下面的研究
30 结果适用于 $10\sim 20^\circ$ 范围内的任何角 β 。

图 4 示出了 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 和单元间隔 d 之间的关系，其中横轴为 d 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 的对数。已经进行将电极间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 设为 $10\mu\text{m}$ 的模拟，如图 4 所示，本发明人经验地发现图中所绘 $\text{Log}(V_{\max})$ 对 $\text{Log}(d)$ 的斜率为 -0.6，并且 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 与单元间隔 d 成 -0.6 次幂的比例关系。

图 5 示出了 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 和电极间间隔 L 之间的关系，其中横轴为 L 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 的对数。已经进行将液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 设为 10 的模拟，如图 5 所示，本发明人经验地发现图中所绘 $\text{Log}(V_{\max})$ 对 $\text{Log}(L)$ 的斜率为 0.5，并且 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 与电极间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 成 0.5 次幂的比例关系。

图 6 示出了 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 和液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 之间的关系，其中横轴为 $\Delta\epsilon$ 的对数，纵轴为 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 的对数。已经进行将电极间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 设为 $10\mu\text{m}$ 的模拟，如图 6 所示，本发明人经验地发现图中所绘 $\text{Log}(V_{\max})$ 对 $\text{Log}(\Delta\epsilon)$ 的斜率为 -0.5，并且 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 与液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 成 -0.5 次幂的比例关系。

通过这些结果，本发明人发现在具有较小单元间隔 d 的区域中，特别是在单元间隔 d 为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小的区域中，VT 峰值电压 $V_{\max}$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、中间衬底间隔 $d(\mu\text{m})$ 和像素电极与共用电极之间间隔 $L(\mu\text{m})$ 满足下面的表达式 7。

(表达式 7)

$$V_{\max} \propto d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}$$

将表达式 7 中的比例系数设为 A ，则得到下面的表达式 8。

(表达式 8)

$$V_{\max} = A \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}$$

5 表达式 8 中的比例系数 A 取决于所使用的液晶的弹性系数。已知弹性系数一般与液晶的向列各向同性转移点 T_{ni} 有着很大的不同。弹性系数与液晶成分的极性基也有不同。例如，包含有氰基的氰基液晶和仅包含有氟的氟基液晶之间的弹性系数就有不同。液晶的非常快速的显示的要求主要在于电视和监控等用途中，并且在这些用途中考虑到正常的使用环境，优选情况下将液晶的向列各向同性转移点 T_{ni} 设为 10 65~80°C。一般地，氟基液晶在可靠性方面优于氰基液晶，因此使用氟基液晶能够使液晶显示具有优良的可靠性。

下面的表 2 示出了在使用满足上述条件的液晶材料的情况下，通过实际测量和模拟所得到的 A 值。

15

表 2

单元间隔 d (μm)	像素电极和共 用电极之间的 间隔 L(μm)	液晶的各向异性 介电常数 Δε	VT 峰值电压 V _{max} (V)	比例常数 A
4.0	10.0	8.0	5.5	11.30
3.5	10.0	8.0	6.2	11.76
3.0	10.0	9.0	6.0	11.00
3.0	7.0	9.0	5.1	11.18
2.4	7.0	10.0	5.4	10.97
2.4	7.0	11.2	5.2	11.12
2.4	7.0	13.6	4.9	11.55

20 本发明人还对许多例子进行了详细的实验，并且发现表达式 8 中的比例系数 A 超过 10.9 但是小于 11.8。在 IPS 液晶显示设备中，当显示白色时通过将施加到像素电极 8 的电压（白色电压）设为大约 VT 峰值电压 $V_{\max}$ ，可以改善透光率。具体地说，通过将白色电压 V_{white} 设置在 VT 峰值电压 $V_{\max}$ 的 90~100% 范围内，如下面的表达式 9 所示，就可以获得较高的透光率。

(表达式 9)

$$0.9 \times V_{\max} < V_{\text{white}} < V_{\max}$$

从表达式 8 和表达式 9 可以推导出下面的表达式 10。

5

(表达式 10)

$$0.9 \times A > \frac{V_{\text{white}}}{d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta \varepsilon^{-0.5}} > A$$

10

如上所述，由于比例系数 A 大于 10.9 和小于 11.8，因此从表达式 10 可以得到表达式 6。

15

当在绝缘层 19 上形成的共用电极 7 和像素电极 8 均与对齐层 9 相接触时，如图 3 所示，通过设定各参数以满足表达式 6，就能够得到 IPS 液晶显示设备，它具有较高的透光率并且运行很快，同时能够保证有足够的驱动电压，甚至在将单元间隔 d 设为 2.7μm 或更小的情况下。

20

当使用当前可用的驱动电路时，合适的白色电压 V_{white} 应该高于 4V 而低于 7V。本发明人所作的模拟显示与实际测量匹配很好，因此能够预测出实际上合理的结果。

25

尽管前面对第一实施例的讲述是针对共用电极和像素电极均与对齐层相接触的情况，但是本发明并不仅限于这一情况，还针对在绝缘层上形成的共用电极和像素电极中的任何一个与对齐层相接触的情况。下面将要讲述根据本发明第二实施例的液晶显示设备，它的共用电极形成于绝缘层上，并且与对齐层相接触，像素电极形成于厚度为 $T_{\mu\text{m}}$ 的绝缘层和透明衬底之间。图 7 为平面图，示出了根据本发明第二实施例的液晶显示设备的结构，并且图 8 为沿着图 7 中的线 B-B 的剖面图。根据该实施例的液晶显示设备是 IPS 有源矩阵类型液晶显示设备。

30

如图 7 和 8 所示, 根据该实施例的液晶显示设备具有位于透明衬底 1 上的中间层绝缘层 2, 以及在中间层绝缘层 2 上相互平行形成的像素电极 8 和数据线 4。硅氮化物层 5 作为中间层绝缘层位于中间层绝缘层 2、像素电极 8 和数据线 4 上。丙烯酸树脂层 6 是在硅氮化物层 5 上对应于其中形成数据线 4 的区域的区域中形成的。ITO 的共用电极 7 是在丙烯酸树脂层 6 和硅氮化物层 5 上对应于其中形成数据线 4 的区域的区域, 也就是丙烯酸树脂层 6 上的没有形成像素电极 8 的区域中形成的, 共用电极 7 与像素电极 8 相平行。进而, 在这些电极和层上有对齐层 9。

在垂直于数据线 4 的方向上延伸的栅极 10 是在透明衬底 1 和中间层绝缘层 2 之间形成的。具有无定形硅层 16、源极 11 和漏极 17 的薄膜晶体管是在中间层绝缘层 2 上数据线 4 和栅极 10 相交的位置附近形成的。薄膜晶体管的源极 11 连接到像素电极 8。进而, 形成共用电极布线 13, 与在透明衬底和中间层绝缘层 2 之间的栅极 10 相平行。共用电极布线 13 经由穿过中间层绝缘层 2、硅氮化物层 5 和透明丙烯酸层 6 的接触孔 14 连接到共用电极 7。

在面对透明衬底 1 的透明衬底 20 上形成颜色层 21 和黑色矩阵 22。在透明衬底 20 上的颜色层 21 和黑色矩阵 22 是包裹层 23, 其中有助于形成单元间隔的柱形间隔装置 (图中未示出)。柱形间隔装置位于透明衬底 20 的区域中, 其与透明衬底 1 的形成了栅极 10 且未形成数据线 4 和无定形硅层 16 的区域相对齐。在给定方向上经过对齐处理的对齐层 24 位于包裹层 23 和间隔装置上。用于防止充电的导电层 25 位于透明衬底 20 的与形成颜色层 21 和黑色矩阵 22 的侧相反的一侧上。

该实施例中的对齐层 9 和对齐层 24 的上表面通过在垂直于栅极 10 的延伸方向的方向上进行滑动可以进行对齐处理。共用电极 7 和像素电极 8 相互平行, 并且在对齐层 24 的对齐方向或滑动方向 x 上以

对称的方式呈现弯曲。由滑动方向 x 与共用电极 7 和像素电极 8 的纵向所限定的角 β 在 $10\sim 20^\circ$ 的范围内。

5 透明衬底 1 和透明衬底 20 的分布方式是，它们的滑动方向 x 与其中的对齐层 9 和对齐层 24 的方向一样。在对齐层 9 和对齐层 24 之间通过密封元件（图中未示出）等将各向异性介电常数为 $8\sim 20$ 的液晶进行密封。根据该实施例的液晶显示设备中液晶层 15 的厚度或对
10 齐层 9 和对齐层 24 之间的单元间隔 d 为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小。根据该实施例的液晶显示设备可以通过改变柱形间隔装置的高度来调整单元间隔 d 的值。

片形偏光器 26a 和 26b 分别贴于透明衬底 1 和透明衬底 20 的外表面。透明衬底 1 上的片形偏光器 26a 被粘贴使得它的偏振传输轴与在透明衬底 1 上形成的对齐层 9 的滑动方向 x 几乎是相互平行的。透
15 明衬底 20 上的片形偏光器 26b 被粘贴使得它的偏振传输轴与在透明衬底 20 上形成的对齐层 24 的滑动方向 x 几乎是相互平行的。

接下来讨论根据该实施例的液晶显示设备的工作。当没有施加电场时，根据该实施例的液晶显示设备以正常的黑色模式显示图像，在
20 这种模式下光无法传输。也就是说，在电压约为 0V 时显示的是黑色，当对像素电极 8 施加电压时，液晶被共用电极 7 和像素电极 8 之间产生的电场所驱动，并且液晶的双折射改变了光的透光率。

图 9 为剖面图，通过例子示出了本发明的第二实施例中共用电极
25 7 和像素电极 8 的位置。如图 9 所示，在根据该实施例的液晶显示设备中，形成的共用电极 7 与对齐层 9 相接触或形成于绝缘层 19 上，像素电极 8 形成于绝缘层 19 和透明衬底 1 之间，并且位于共用电极 7 和像素电极 8 之间的绝缘层 19 的厚度为 $T\mu\text{m}$ 。从下面的表达式 11 可以看出，在这种情况下，与共用电极 7 和像素电极 8 都与对齐层 9
30 相接触的情况相比， V_T 峰值电压 V_{max} 更大。

(表达式 11)

$$V_{\max} = A \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5} \times (1.0 + T/3.0)$$

5 因此，在根据该实施例的液晶显示设备中，在显示白色时对像素电极 8 施加的电压（白色电压） V_{white} 被设为 4~7V，进而，白色电压 V_{white} (V)、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 、共用电极 7 和像素电极 8 之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 、以及层间层的厚度 $T(\mu\text{m})$ 的设定满足下面的表达式 12。因此可以获得这样一种 IPS 液晶显示设备，它具有较高的透光率并且以 $15 \times 10^{-3} \text{sec}$ 或更小的高响应速度 τ 很快运行，
10 同时能够保证有足够的驱动电压，即使在将单元间隔 d 设为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小的情况下。

(表达式 12)

$$11.8 > \frac{V_{\text{white}}}{\{(1.0 + T/3.0) \times d^{-0.6} \times L^{0.5} \times \Delta\epsilon^{-0.5}\}} > 9.8$$

15

下面将通过与几个超出本发明范围的比较性例子相比较来讨论本发明的实例的优点。首先，制备具有如图 1 和 2 所示结构的液晶显示设备，作为本发明的第一实例。使用各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 为 11.2，向
20 列各向同性转移点 T_{ni} 为 75°C ，并且各向异性折射率 Δn 为 0.120 的液晶材料来作为液晶。将由像素电极和共用电极的纵向与液晶层 15 中的液晶初始对齐方向所限定的角 β 设为 15° ，并且将单元间隔 d 设为 $2.4\mu\text{m}$ 。在将白色电压 V_{white} 设为 5.0V 的情况下，从表达式 10 所得到的电极间的间隔 L 位于大于 $5.7\mu\text{m}$ 和小于 $8.3\mu\text{m}$ 的范围内。因此，在该
25 实例中，像素尺寸被设为横向 $79.5\mu\text{m}$ 和纵向 $238.5\mu\text{m}$ ，像素电极和共用电极的宽度被设为 $3.5\mu\text{m}$ ，并且电极间的间隔 L 被设为 $7\mu\text{m}$ ，以便在这些参数的条件下能够最有效地对这些电极进行布局。工作白色电压 V_{white} 设为 5.0V 的情况下，对液晶显示设备的特性进行了测试。结果如表 3 所示。

表 3

液晶	向列各向同性转移点 (T_{ni})	75°C
	各向异性折射率 (Δn)	0.120
	各向异性介电常数 ($\Delta \epsilon$)	11.2
	旋转粘性系数 (γ_1)	90 mPa·sec
单元间隔 (d)		2.4 μ m
像素电极和共用电极之间的间隔 (L)		7.0 μ m
由电极的纵向与液晶对齐方向所限定的 角 (β)		15°
VT 峰值电压 (V_{max})		5.2V
白色电压 (V_{white})		5.0V
响应速度 (τ)		11.9 $\times 10^{-3}$ sec
从黑色显示切换到白色显示的响应时间 (τ_{on})		5.7 $\times 10^{-3}$ sec
从白色显示切换到黑色显示的响应时间 (τ_{off})		6.2 $\times 10^{-3}$ sec

在根据该实例的液晶显示设备中，随着电压的增加，透光率增加，并且当施加的电压为 5.2V 时透光率达到最大值。然后，比例系数 A 为 11.12。因此，该实例中的白色电压 V_{white} 等价于能够最大化透光率的电压或 VT 峰值电压 V_{max} 的 96%。因此，根据该实例的液晶显示设备的透光率示出了最大透光率的 99.2%的这样一个高值。进而，如表 3 所示，在根据该实例的液晶显示设备中，液晶从黑色显示切换到白色显示的响应时间 τ_{on} 是 5.7×10^{-3} sec，液晶从白色显示切换到黑色显示的响应时间 τ_{off} 是 6.2×10^{-3} sec。因此，响应速度 τ 或者这两个响应时间之和是 11.9×10^{-3} sec，显著小于获得优质视频图像所需的 15×10^{-3} sec，从而获得了极好的视频显示性能。

接下来，准备具有如图 7 和 8 所示结构的液晶显示设备，作为本发明的第二实例。使用具有各向异性介电常数 $\Delta \epsilon$ 为 11.2，向列各向同性转移点 T_{ni} 为 75°C，并且各向异性折射率 Δn 为 0.120 的液晶材料来作为液晶。将由像素电极和共用电极的纵向与液晶层 15 中的液晶初

始对齐方向所限定的角 β 设为 15° ，将在像素电极和共用电极之间形成的硅氮化物层的厚度 T 设为 $0.3\mu\text{m}$ ，并且将单元间隔 d 设为 $2.4\mu\text{m}$ 。在将白色电压 V_{white} 设为 5.5V 的情况下，从表达式 12 所得到的电极间的间隔 L 位于大于 $5.7\mu\text{m}$ 和小于 $8.3\mu\text{m}$ 的范围内。因此，在该实例中，像素尺寸被设为横向 $79.5\mu\text{m}$ 和纵向 $238.5\mu\text{m}$ ，像素电极和共用电极的宽度被设为 $3.5\mu\text{m}$ ，并且电极间的间隔 L 被设为 $7\mu\text{m}$ ，以便在这些参数的条件下能够最有效地对这些电极进行布局。工作在白色电压 V_{white} 设为 5.5V 的情况下，对液晶显示设备的特性进行了测试。结果如下面的表 4 所示。

表 4

液晶	向列各向同性转移点 (T_{ni})	75°C
	各向异性折射率 (Δn)	0.120
	各向异性介电常数 ($\Delta\epsilon$)	11.2
	旋转粘性系数 (γ_1)	90 mPa·sec
单元间隔 (d)		$2.4\mu\text{m}$
像素电极和共用电极之间的间隔 (L)		$7.0\mu\text{m}$
由电极的纵向与液晶对齐方向所限定的 角 (β)		15°
硅氮化物层的厚度 (T)		$0.3\mu\text{m}$
VT 峰值电压 (V_{max})		5.7V
白色电压 (V_{white})		5.5V
响应速度 (τ)		$11.9\times 10^{-3}\text{sec}$
从黑色显示切换到白色显示的响应时间 (τ_{on})		$5.7\times 10^{-3}\text{sec}$
从白色显示切换到黑色显示的响应时间 (τ_{off})		$6.2\times 10^{-3}\text{sec}$

在根据该实例的液晶显示设备中，随着电压的增加，透光率增加，并且当施加的电压为 5.2V 时透光率达到最大值。然后，比例系数 A 为 11.12。因此，该实例中的白色电压 V_{white} 等价于能够最大化透光率的电压或 VT 峰值电压 V_{max} 的 96%。因此，根据该实例的液晶显示设备

的透光率示出了最大透光率的 99.2%的这样一个高值。进而，如表 4 所示，在根据该实例的液晶显示设备中，液晶从黑色显示切换到白色显示的响应时间 τ_{on} 是 $5.7 \times 10^{-3} \text{sec}$ ，液晶从白色显示切换到黑色显示的响应时间 τ_{off} 是 $6.2 \times 10^{-3} \text{sec}$ 。因此，响应速度 τ 或者这两个响应时间之和是 $11.9 \times 10^{-3} \text{sec}$ ，显著小于获得优质视频图像所需的 $15 \times 10^{-3} \text{sec}$ ，从而获得了极好的视频显示性能。

图1

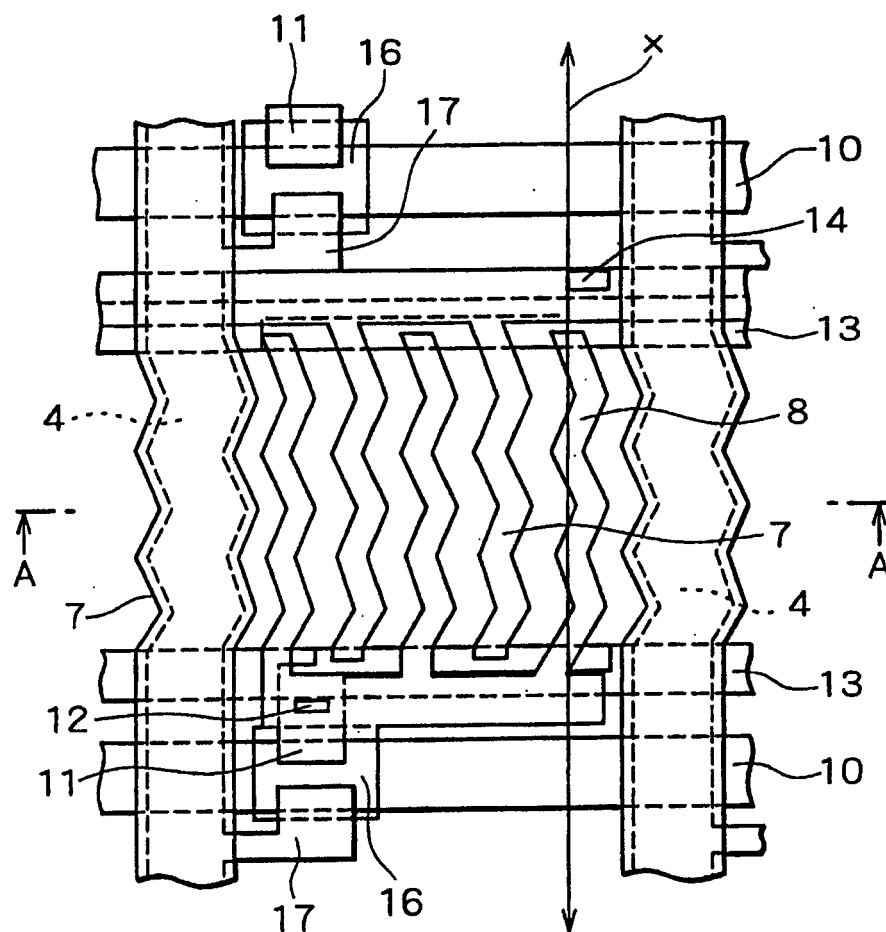


图2

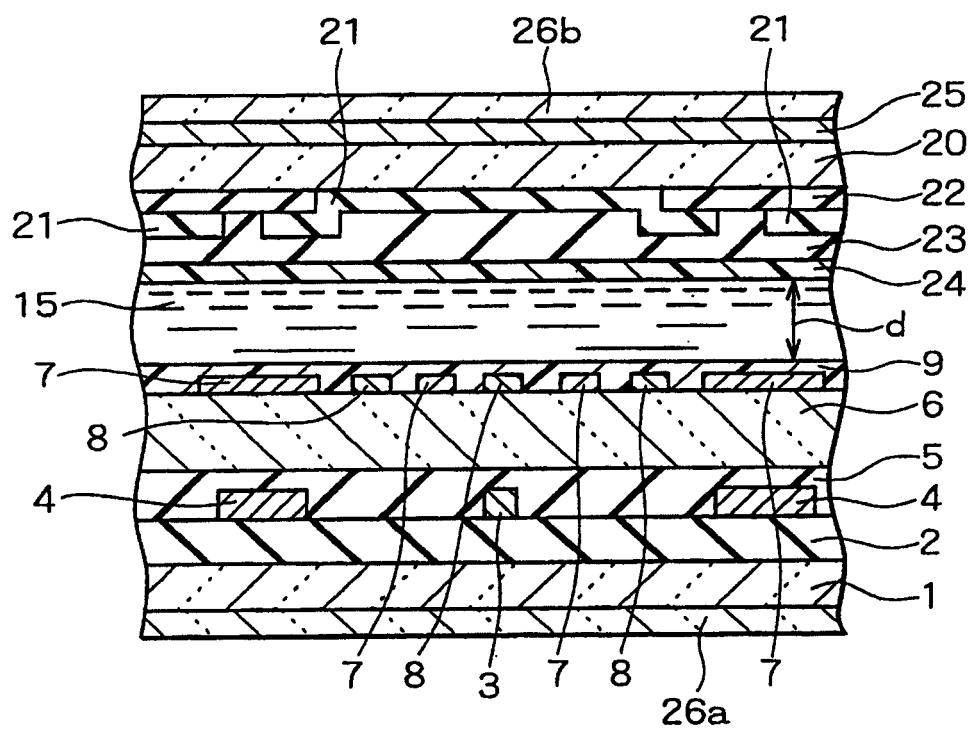


图3

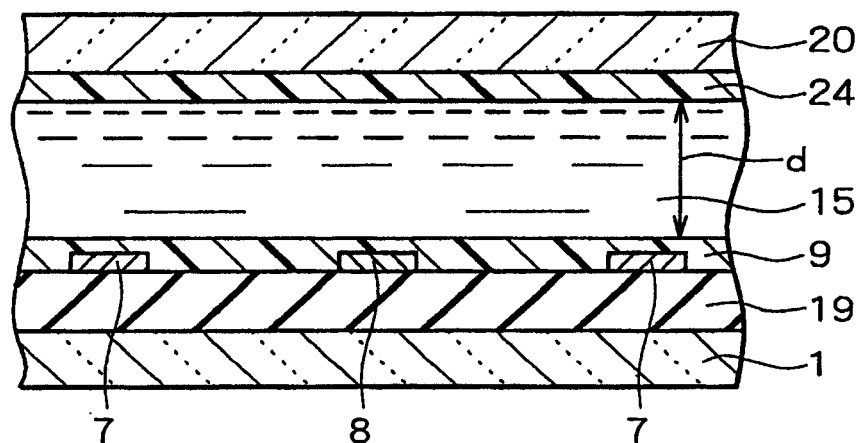


图4

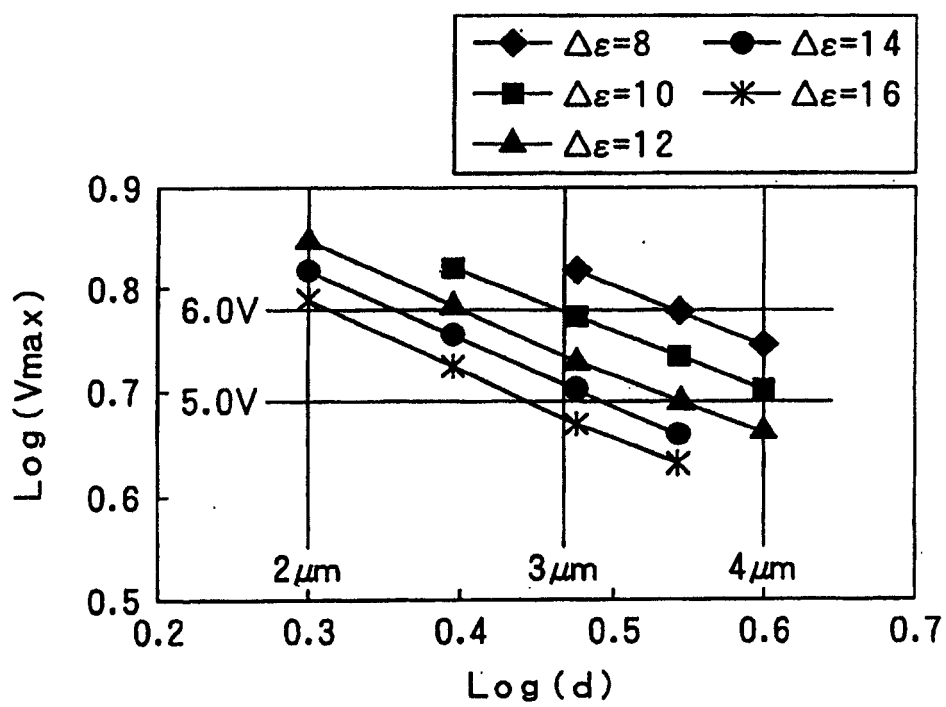


图5

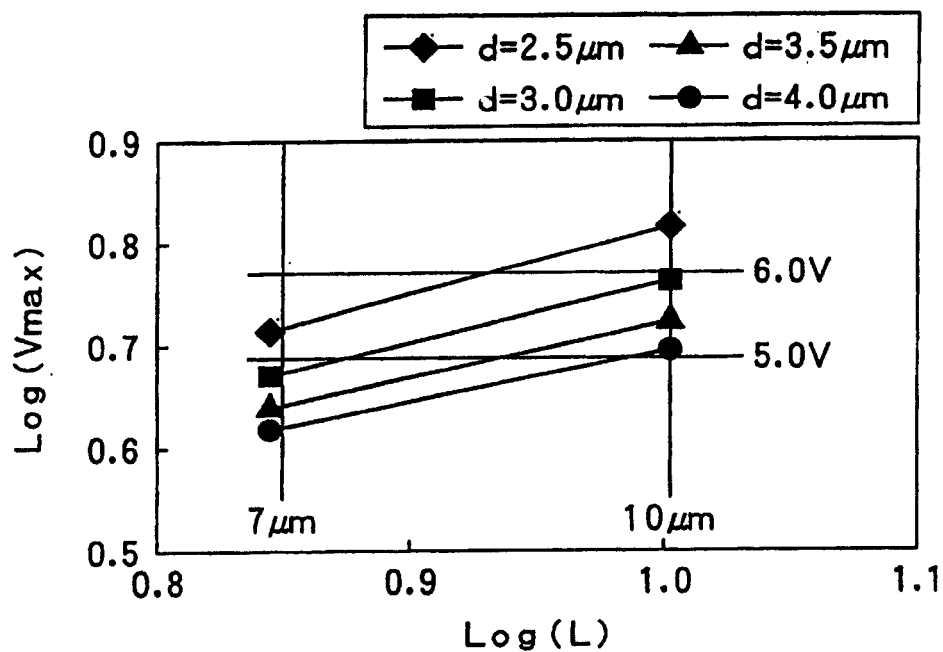


图6

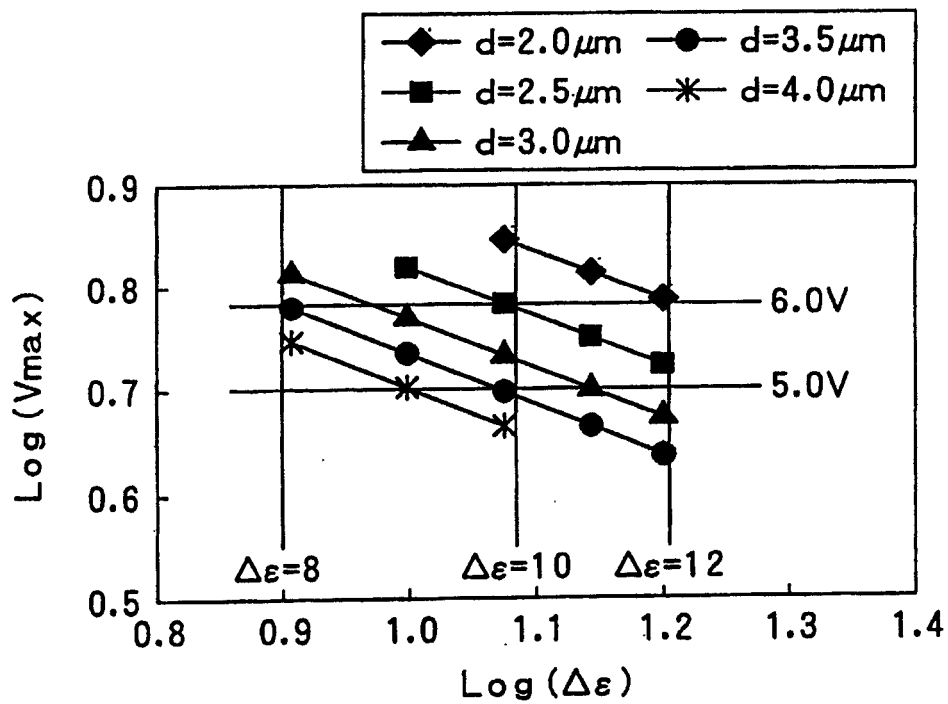


图7

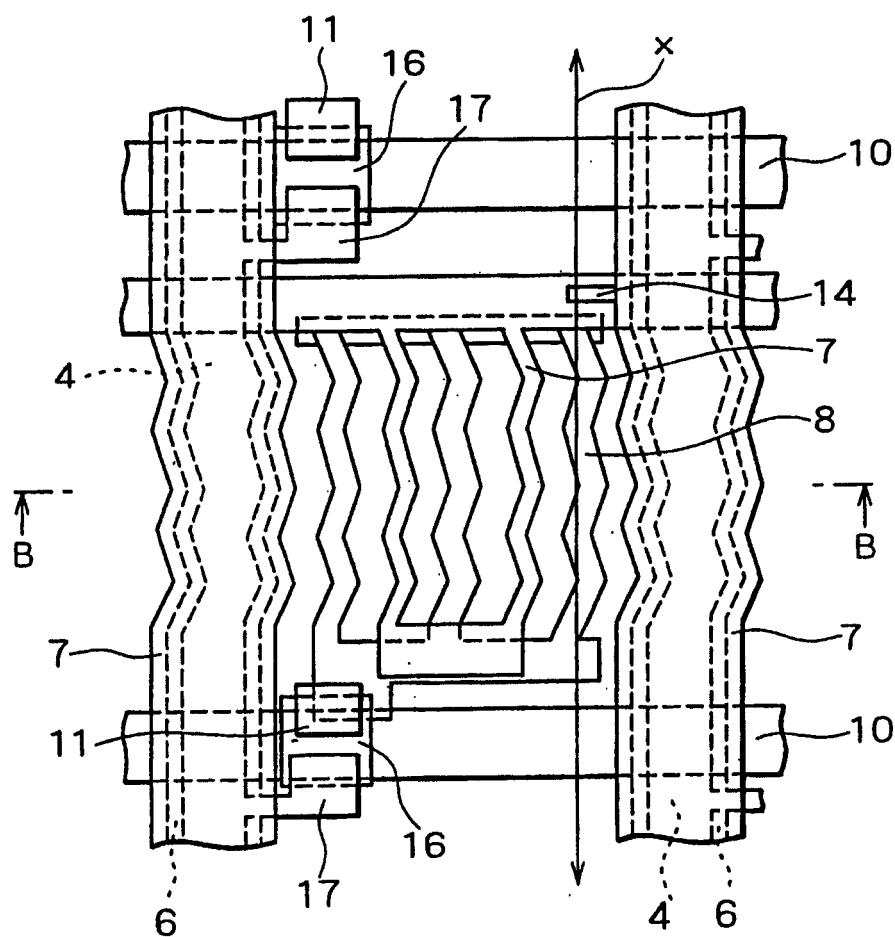


图8

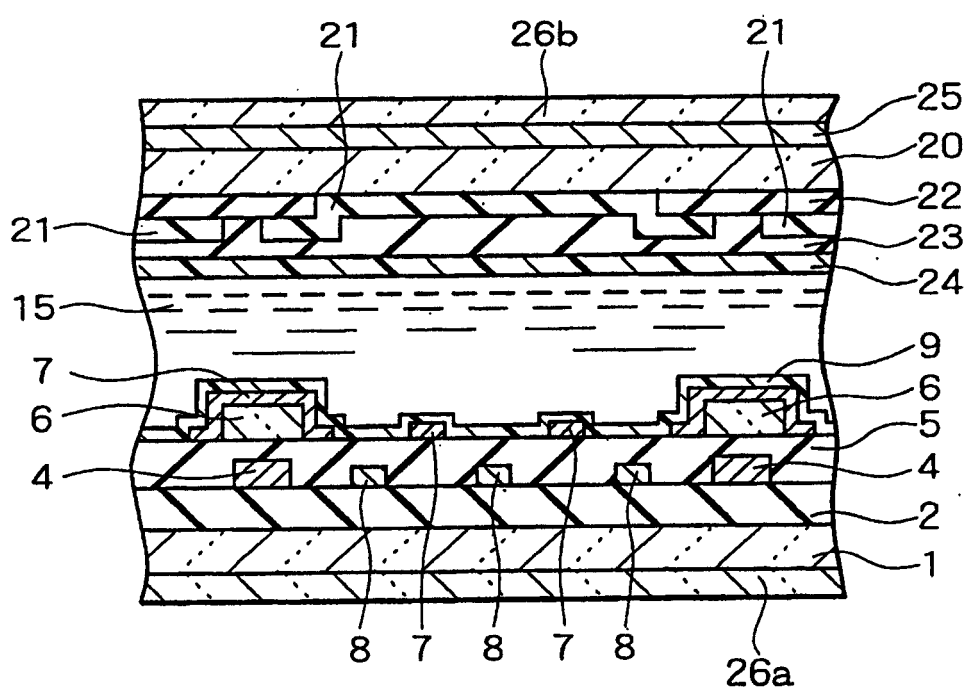
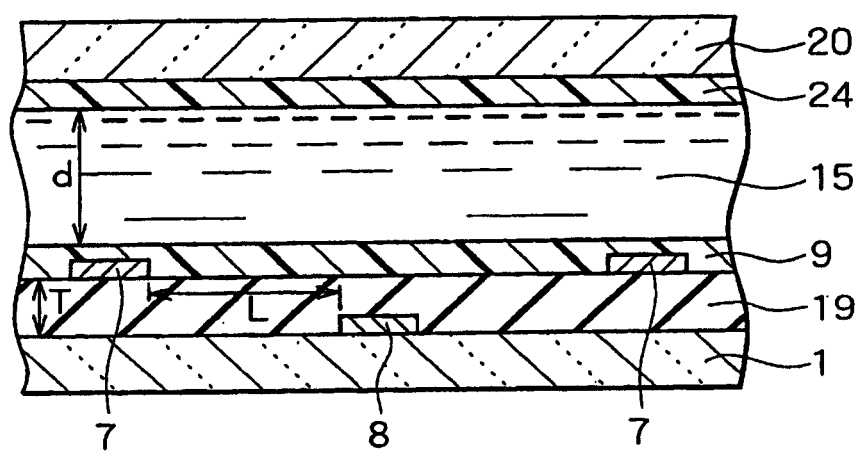


图9



专利名称(译)	液晶显示设备以及制造该设备的方法		
公开(公告)号	CN1614482A	公开(公告)日	2005-05-11
申请号	CN200410092270.6	申请日	2004-11-05
[标]申请(专利权)人(译)	NEC液晶技术株式会社		
申请(专利权)人(译)	NEC液晶技术株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	金振有限公司		
[标]发明人	井上大辅 西田真一		
发明人	井上大辅 西田真一		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/133 G02F1/1343		
CPC分类号	G02F1/134363 G02F1/133784 G02F2201/122		
优先权	2003375935 2003-11-05 JP		
其他公开文献	CN1325987C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种平面内切换液晶显示设备，其设计方式是将由像素电极和共用电极的纵向与对齐层的滑动方向所限定的角设为 $10 \sim 20^\circ$ ，将单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 设为 $2.7\mu\text{m}$ 或更小，将组成液晶层的液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 设为 $8 \sim 20$ ，将当显示白色时要施加到像素电极上的电压 $V_{\text{white}}(\text{V})$ 设为 $4 \sim 7\text{V}$ ，并且白色电压 $V_{\text{white}}(\text{V})$ 、液晶的各向异性介电常数 $\Delta\epsilon$ 、单元间隔 $d(\mu\text{m})$ 、以及像素电极和共用电极之间的间隔 $L(\mu\text{m})$ 之间满足下面的表达式 $11.8 > V_{\text{white}}/d - 0.6 \times L \times \Delta\epsilon - 0.5 > 9.8$ 。

