



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101329470 B

(45) 授权公告日 2012.05.09

(21) 申请号 200810129325.4

CN 1606769 A, 2005.04.13, 全文.

(22) 申请日 2006.06.30

US 5568163 A, 1996.10.22, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 王志远

2005-191061 2005.06.30 JP

(62) 分案原申请数据

200610095673.5 2006.06.30

(73) 专利权人 NLT 科技股份有限公司

地址 日本神奈川县川崎市

(72) 发明人 坂本道昭 松岛仁 永井博

森健一 池野英德 工藤泰树

住吉研

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 孙志湧 陆锦华

(51) Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1561457 A, 全文.

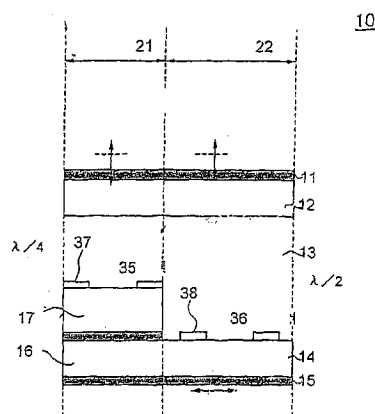
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 29 页

(54) 发明名称

透反射液晶显示装置及其驱动方法

(57) 摘要

一种 IPS 模式透反射 LCD 装置, 包括像素阵列, 每个像素都包括并置的反射区域和透射区域。反射区域以正常明亮状态模式运行, 而透射区域以正常黑暗状态模式运行。公共数据信号供应给反射区域和透射区域, 而在透射区域里的公共电极信号是在反射区域里的公共电极信号的反信号, 从而获得了类似的灰度等级。



1. 一种透反射液晶显示装置,包括具有彼此垂直的偏振轴的第一和第二偏振膜,液晶层插入在所述第一偏振膜和所述第二偏振膜之间,所述液晶层限定了象素阵列,每个象素都包括并置的反射区域和透射区域,其中:

所述液晶层的液晶分子具有长轴,其平行于或垂直于入射到所述反射区域里的所述液晶层上的光线的偏振方向延伸;以及

每个所述象素都包括:象素电极,其接收在所述反射区域和所述透射区域之间共有的象素信号,第一公共电极,其接收为多个所述象素的所述反射区域所共有的第一公共信号,以及第二公共电极,其接收为所述多个所述象素的所述透射区域所共有的第二公共信号,其中所述第一公共信号基本上是所述第二公共信号的反信号。

透反射液晶显示装置及其驱动方法

[0001] 本申请是 2006 年 6 月 30 日提交的申请号为 200610095673.5、发明名称为“透反射液晶显示装置及其驱动方法”之申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种在液晶显示 (LCD) 装置的每个像素上都包括透射区域和反射区域的透反射 (transflective) 液晶显示 (LCD) 装置。

背景技术

[0003] LCD 装置通常分为两类：透射 LCD 装置，在该装置里具有背光单元作为光源；以及反射 LCD 装置，在该装置里具有反射膜，该反射膜反射入射到 LCD 装置上的外部光线，由此起到光源的作用。与透射 LCD 装置相比，由于在反射 LCD 装置里不存在背光光源，所以反射 LCD 装置具有如下优点：能量损耗较低，厚度较小，且重量较轻。另一方面，透射 LCD 装置相对于反射 LCD 装置的优越之处在于：透射 LCD 装置能够在黑暗环境中进行很好地观看。

[0004] 存在着另一类 LCD 装置，该 LCD 装置称为透反射 LCD 装置，所述透反射 LCD 装置同时具有反射 LCD 装置和透射 LCD 装置的优点。例如在专利公布 JP-A-2003-344837A 中描述了这样的透反射 LCD 装置。透反射 LCD 装置在 LCD 装置的每个像素里都包括透射区域（或透光区域）以及反射区域。透射区域透过从背光光源发射的光线，并使用背光光源作为光源。反射区域包括背面反射板或反射膜，并使用反射膜反射的外部光线作为光源。

[0005] 在透反射 LCD 装置中，在光线充足的环境中通过反射区域来进行图像显示，且背光光源是关闭的，从而获得了较小的能量损耗。另一方面，在黑暗环境中通过透射区域进行图像显示，且背光光源打开，从而在黑暗环境中获得了有效的图像显示。

[0006] 通常，使用各种模式来操作 LCD 装置，包括平面方向转换 (IPS) 模式、扭曲向列 (TN) 模式和边缘场开关 (FFS) 模式。IPS 模式或 FFS 模式 LCD 装置的每个像素都包括像素电极和公共电极，所述电极设置在公共基片上以便给液晶 (LC) 层施加横向电场。使用横向电场的 IPS 模式或 FFS 模式 LCD 装置在平行于基片的平面里旋转 LC 分子，以便进行图像显示，并与 TN 模式 LCD 装置相比获得了更高的视角。

[0007] 如果如上所述在透反射 LCD 装置中采用了使用横向电场的 IPS 模式或 FFS 模式，那么在 LCD 装置中会产生反像问题，如在上面提及的专利公布中所述。更具体地讲，在 LCD 装置的正常驱动技术中，如果透射区域以正常黑暗状态模式运行，其中不施加电压对应于黑暗状态，那么反射区域就以正常明亮状态模式运行，其中不施加电压对应于明亮状态。反像问题的原因将会在下面进行详细描述。

[0008] 图 34A 示意性地显示了透反射 LCD 装置的像素，在其中包括了反射区域 55 和透射区域 56。透射区域 56 由以下构成：第一偏振膜 51；第一基片（对立基片）61；LC 层 53，其具有 $\lambda/2$ 的迟滞；第二基片 (TFT 基片) 62；以及第二偏振膜 52，上述各个部分沿着从 LCD 装置 50 的前面看的顺序进行设置，其中 λ 是光线的波长。反射区域 55 由以下构成：第一偏振膜 51；第一基片 61；LC 层 53，其具有 $\lambda/4$ 的迟滞；绝缘膜 63；以及反射膜 54，上述各

个部分作为有效的组成元件。在图 34A 中, 偏振膜 51、52 的偏振轴、在 LC 层 53 中的 LC 分子的长轴被描绘为处于这样的状态: 当从附图的左边来看时, 在逆时针方向上沿着垂直于附图纸面的平面旋转 LCD 装置 90 度。

[0009] 图 34B 显示了光线穿过第一偏振膜 51、LC 层 53 和第二偏振膜 52 的部分中的用于施加电压存在 (Von) 和不存在 (Voff) 情况的图 34A 中的各个区域 55、56 中的光线偏振。在图 34B 里, 箭头表示线性偏振光线, 被圆圈包围的“L”表示逆时针圆偏振光线, 被圆圈包围的“R”表示顺时针圆偏振光线, 空白伸长杆表示 LC (即 LC 分子的长轴) 的指向。图 35 显示了这类实际 LCD 装置的剖视图, 其原理显示在图 34A 和 34B 中, 且其包括背光光源 57。

[0010] 在图 35 所示的 LCD 装置 50a 里, 反射区域 55 使用反射膜 54 作为光源, 而透射区域 56 使用背光光源 57 作为光源。

[0011] 设置在 LC 层 53 的前侧处的第一偏振膜 51 和设置在其后侧处的第二偏振膜 52 分别具有偏振轴, 所述偏振轴彼此垂直。LC 层 53 包括 LC 分子, 该 LC 分子具有的指向在不存在施加电压时为从第二偏振膜 52 的偏振轴偏离 90 度。例如, 假设第二偏振膜 52 的偏振轴的指向处于参考方向 (0 度), 那么第二偏振膜 51 的偏振轴的指向处于 90 度, 并且 LC 层 53 里的 LC 分子的长轴的指向也处于 90 度。在图 34B 中零度方向显示为横向方向, 且在图 34B 中 90 度方向显示为垂直方向。调节透射区域 56 里的 LC 层 53 的单元间隙 (cell gap), 使得迟滞 $\Delta n d$ 等于 $\lambda / 2$, 而调节在反射区域 55 里的 LC 层 53 的单元间隙, 使得迟滞 $\Delta n d$ 等于 $\lambda / 4$, 给出的 λ 、 Δn 和 d 分别是光线波长、折射率各向异性和单元间隙。对于 λ , 如果使用绿光的波长作为参考, 那么 λ 就是 550nm。

[0012] 对于在各个区域 55、56 里存在和不存在施加电压的每种情况, 都将会在下面描述图 34A、34B 和 35 中示出的 LCD 装置的操作。

[0013] (1) 在不存在施加电压时的反射区域

[0014] 在图 34B 所示的反射区域 55 的左栏 (Voff) 里, 处于 90 度偏振的线性偏振光线 (即 90 度线性偏振光线) 在穿过第一偏振膜 51 之后, 入射到 LC 层 53 上。因为入射到 LC 层 53 的线性偏振光线的光轴与 LC 分子的长轴对齐, 所以 90 度线性偏振光线没有变化地穿过 LC 层 53, 然后被反射膜 54 反射。线性偏振光线在反射之后通常不改变其状态, 如图 34B 所示, 并且作为 90 度线性偏振光线再次入射到 LC 层 53 上。90 度线性偏振光线没有变化地穿过 LC 层 53, 并入射到第一偏振膜 51 上, 该膜 51 具有 90 度的偏振轴, 并没有变化地透过 90 度线性偏振光线。因此, 不存在施加电压允许反射区域采用明亮状态。

[0015] (2) 在存在施加电压时的反射区域

[0016] 在图 34B 里的反射区域 55 的右栏 (Von) 中, 第一偏振膜 51 所透过的 90 度线性偏振光线入射到 LC 层 53 上。施加到 LC 层 53 上的电压使得 LC 分子的长轴在平行于基片的平面内从 0 度指向 45 度。入射线性偏振光线的偏振方向从 LC 层 53 里的 LC 分子的长轴偏离了 45 度以及 $\lambda / 4$ 的迟滞, 使得入射到反射膜 54 上从而被反射的 90 度线性偏振光线在反射之后变为顺时针圆偏振光线。被反射的光线偏移为逆时针圆偏振光线, 并入射到 LC 层 53 上。通过 LC 层 53 把逆时针线性偏振光线变为零度线性偏振光线并入射到第一偏振膜 51 上。具有 90 度偏振轴的偏振膜 51 阻挡了入射光线, 从而表现出黑暗状态。

[0017] 因此, 反射区域 55 在不存在施加电压的正常明亮状态模式下运行时提供明亮状态, 而在存在施加电压时提供黑暗状态。

[0018] (3) 在不存在施加电压时的透射区域

[0019] 在图 34B 所示的透射区域 56 的左栏里,零度线性偏振光线通过第二偏振膜 52,并入射到 LC 层 53 上。因为这个入射光线具有垂直于 LC 层 53 里的 LC 分子的长轴的偏振方向,所以入射光线没有变化地通过 LC 层 53,并作为零度线性偏振光线入射到第一偏振膜 51 上。具有 90 度偏振轴的第一偏振膜 51 阻挡了入射光线,从而表现出黑暗状态。

[0020] (4) 在存在施加电压时的透射区域

[0021] 在图 34B 所示的透射区域 56 的右栏里,零度线性偏振光线通过第二偏振膜 52,并入射到 LC 层 53 上。施加到 LC 层 53 上的电压使得 LC 分子的长轴在平行于基片的平面内由零度指向 45 度。入射的线性偏振光线的偏振方向从 LC 层 53 里的 LC 分子的长轴偏离 45 度以及 LC 层的迟滞 $\lambda/2$,使得入射到第一偏振膜 51 上的零度线性偏振光线变为 90 度线性偏振光线。具有 90 度偏振轴的第一偏振膜 51 透过入射光线,从而表现出明亮状态。

[0022] 因此,透射区域在不存在施加电压的正常黑暗状态模式里运行时提供黑暗状态,而在存在施加电压时提供明亮状态。

[0023] 像倒置问题是为横向电场模式 (IPS 模式、FFS 模式) 和其他 LCD 模式所共有的一般问题。然而,关于 TN 模式、水平取向模式 (ECB 模式) 或垂直对齐模式 (VA 模式),例如,使用圆偏振光线作为对 LC 层的入射光线,可以解决像倒置问题。为了这个目的,第一偏振膜和 $\lambda/4$ 波长膜的取向彼此偏离 45 度。然而,如果入射光线是圆偏振光线,则圆偏振光线放松对平行于基片的 LC 分子的旋转的敏感性,并因而作为圆偏振光线穿过了 LC 层。所以,在反射模式和透射模式的任何一个中,使用横向电场的 LCD 装置在任何时刻都表现为黑暗状态,而不管存不存在施加电压。亦即,通过使用这样的 $\lambda/4$ 波长膜,横向电场模式 LCD 装置不能表现其图像。

[0024] 如上所述,透反射 LCD 装置具有下述问题:施加的电压不存在和存在时都在每个像素里提供明亮状态和黑暗状态的反像 (reversed image)。上面提及的专利公布通过使用如图 35 所示的配置解决了这个问题而没有使用 $\lambda/4$ 波长膜,其中,第一偏振膜 51 的偏振轴从 LC 层 53 的 LC 分子的长轴偏离 45 度,如附图左侧所示。在这种情况下,反射区域 55 以正常黑暗状态模式运行,而透射区域 56 以正常明亮状态模式运行。为了改变透射区域 56 以便在正常黑暗状态模式里运行, $\lambda/2$ 波长膜 58 插入在第二偏振膜 52 和 LC 层 53 之间,所述 $\lambda/2$ 波长膜 58 具有 135 度的光轴,该光轴垂直于 LC 层 53 里的 LC 分子的长轴。

[0025] 通过使用上面的配置,从前视角看, $\lambda/2$ 波长膜 58 补偿了由具有迟滞 $\lambda/2$ 的 LC 层 53 在所述光线上产生的偏振效果。由此,LC 层 53 和 $\lambda/2$ 波长膜 58 的组合对入射光线和反射光线提供了基本类似的偏振状态。因此,由第二偏振膜 52 透过的并且假设处于 90 度线性偏振状态的光线在经过 $\lambda/2$ 波长膜 58 和 LC 层 53 之后保持处于相同的偏振状态,因此不能够穿过第一偏振膜 51。简而言之,插入在 LC 层 53 和第二偏振膜 52 之间的 $\lambda/2$ 波长膜 58 允许透射区域 56 以正常明亮状态模式运行。

[0026] 在如图 35 所示的 LCD 装置 50a 里,入射到 LC 层 53 上的入射光线的偏振方向从与 LC 层 53 的 LC 分子的长轴相平行或垂直的方向偏离。这涉及到在显示黑暗状态过程中光线的重要泄漏,这是由 LC 层 53 的迟滞的波长色散特性引起的。另外, $\lambda/2$ 波长膜 58 本身具有波长色散特性,这也会引起在显示黑暗状态过程中光线泄漏。

[0027] 应该注意到,能够通过倒置在透射区域 56 和反射区域 55 之间的施加电压的极性

解决反像的问题,在该问题中透射区域 56 和反射区域 55 以相反正常模式运行。此处所使用的电压极性的倒置使得在透射区域 56 里不存在施加电压和在反射区域 55 里存在施加电压同时进行。然而,这种配置在 LCD 装置领域里还不为人所知。另外,也还不知道在这样的配置里所遇到的问题以及解决所述问题的技术。

发明内容

[0028] 本发明的目的是提供一种透反射 LCD 装置,该装置能够通过通过在反射区域和透射区域里给 LC 层提供不同电压,而解决在传统透反射 LCD 装置里遇到的、例如由于透射区域的正常明亮状态模式和反射区域的正常黑暗状态模式所引起的反像问题。

[0029] 本发明同样提供了用于驱动透反射 LCD 装置的方法,所述透反射 LCD 装置在像素的每一个中都具有反射区域和透射区域。

[0030] 本发明在其第一方面提供了一种液晶显示 (LCD) 装置,其包括具有彼此垂直的偏振轴的第一和第二偏振膜,液晶 (LC) 层插入在第一偏振膜和第二偏振膜之间,所述 LC 层限定了像素阵列,每个像素包括并置的反射区域和透射区域,所述像素由横向电场驱动,其中:

[0031] LC 层的 LC 分子具有平行于或垂直于入射到在反射区域里的 LC 层上的光线延伸的长轴;以及

[0032] 每个所述像素包括:像素电极,其接收在反射区域和透射区域之间共有的像素信号;第一公共电极,其接收在多个像素的反射区域中共有的第一公共信号;以及第二公共电极,其接收在所述多个像素的透射区域中共有的第二公共信号。

[0033] 本发明在其第二方面提供了一种透反射液晶显示 (LCD) 装置,该装置包括液晶 (LC) 层,所述液晶层限定了以矩阵设置的像素阵列,每个像素在其中包括并置的反射区域和透射区域,其中:

[0034] 每个所述像素包括在反射区域里的第一像素电极和在透射区域里的第二像素电极;以及

[0035] 每个所述像素都与第一开关装置和第二开关装置相关联,所述第一开关装置用于将第一电极和供应数据信号的数据线路连接起来,所述第二开关装置用于将第二电极和数据线路连接起来。

[0036] 本发明在其第三方面提供了用于驱动透反射液晶显示 (LCD) 装置的方法,所述透反射 LCD 装置在以阵列的方式排列的像素的每一个中都具有反射区域和透射区域,所述方法包含以下步骤:

[0037] 生成在其间具有特定电位关系的第一数据信号和第二数据信号;以及

[0038] 将所述第一数据信号和所述第二数据信号分别施加到所述反射区域和所述透射区域。

[0039] 参考附图,从下面的说明中,将会更加清楚本发明的以上和其它目的、特征和优点。

附图说明

[0040] 图 1 是根据本发明的第一实施例的透反射 LCD 装置的像素的示意性剖视图。

[0041] 图 2 是图 1 所示的像素的示意性顶视图。

[0042] 图 3A 是在图 1 的像素的反射区域里施加的驱动信号的波形图,图 3B 是在图 1 的像素的透射区域里施加的驱动信号的波形图,两者处于特定帧中。

[0043] 图 4A 和 4B 示意性地显示了用图 3A 和 3B 所示的驱动信号分别施加的反射区域和透射区域的部分里的光线的偏振状态。

[0044] 图 5A 和 5B 是波形图,类似于图 3A 和 3B,分别显示了在不同于图 3A 和图 3B 所示的特定帧的帧里的驱动信号。

[0045] 图 6A 和 6B 类似于图 4A 和 4B,示意性地显示了在透射区域和反射区域的部分里的光线的偏振状态。

[0046] 图 7A 显示了在反射区域里设置的像素电极和公共电极的电位变化,图 7B 显示了在透射区域里设置的像素电极和公共电极的电位变化。

[0047] 图 8A 和 8B 每个都显示了通过使用由模拟获得的等电位线和等透射率线得到的电位分布和泄漏光线分布。

[0048] 图 9 是在像素电极或公共电极附近的反射膜的剖视图。

[0049] 图 10A 是 TFT 基片在其装配过程的步骤里的顶视图,图 10B-10D 是分别沿着图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 获得的剖视图。

[0050] 图 11A 是 TFT 基片在处于图 10A 所示步骤之后的步骤里的顶视图,图 11B 是沿着图 11A 的线 D-D' 获得的剖视图。

[0051] 图 12A 是 TFT 基片处于图 11A 所示的步骤之后的步骤里的顶视图,图 12B-12D 是沿着分别对应于图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 的线获得的剖视图。

[0052] 图 13A 是 TFT 基片处于图 12A 所示的步骤之后的步骤里的顶视图,图 13B-13D 是沿着分别对应于图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 的线获得的剖视图。

[0053] 图 14A 是 TFT 基片处于图 13A 所示的步骤之后的步骤里的顶视图,图 14B-14D 是沿着分别对应于图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 的线获得的剖视图。

[0054] 图 15A 是 TFT 基片处于图 14A 所示的步骤之后的步骤里的顶视图,图 15B-15D 是沿着分别对应于图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 的线获得的剖视图。

[0055] 图 16A 是 TFT 基片在处于图 15A 所示步骤之后的步骤里的顶视图,图 16B 是沿着图 16A 的线 E-E' 获得的剖视图。

[0056] 图 17A 是 TFT 基片处于图 16A 所示的步骤之后的步骤里的顶视图,图 17B-17D 是沿着分别对应于图 10A 里的线 A-A'、B-B' 和 C-C' 的线获得的剖视图。

[0057] 图 18 是根据本发明的第二实施例的 LCD 装置的示意性顶视图。

[0058] 图 19 是如图 18 所示的 LCD 装置的示意性方块图。

[0059] 图 20 是图 18 里示出的 LCD 装置里的驱动信号波形图。

[0060] 图 21 是根据本发明的第三实施例的 LCD 装置的示意性顶视图。

[0061] 图 22 是图 21 所示的 LCD 装置的示意性方块图。

[0062] 图 23 是图 21 里所示的 LCD 装置的驱动信号波形图。

[0063] 图 24 是根据本发明的第四实施例的透反射 LCD 装置的示意性剖视图。

[0064] 图 25 是一个表格,其将偏振膜的光透射轴、LC 分子的长轴以及 $\lambda/2$ 波长膜的光轴的角度组合制成表格。

[0065] 图 26 是曲线图,其显示了通过模拟获得的、在透射区域里光透射率和光线波长之间的关系。

[0066] 图 27 是一个示意性图表,其显示了在第一实施例的透反射 LCD 装置里表现出的图像。

[0067] 图 28A 和 28B 是显示在使用单轴波长膜的情况下通过模拟获得的通过使用等亮度线和等对比度线的亮度和对比度的视角依赖性的示意图。

[0068] 图 29A 和 29B 是显示在使用组合波长膜的情况下通过模拟获得的通过使用等亮度线和等对比度线的亮度和对比度的视角依赖性的示意图。

[0069] 图 30A 和 30B 是显示在使用双轴波长膜的情况下通过模拟获得的通过使用等亮度线和等对比度线的亮度和对比度的视角依赖性的示意图。

[0070] 图 31 是在反射区域里的像素电极(或公共电极)附近的反射膜的剖视图。

[0071] 图 32 是 FFS 模式 LCD 装置的剖视图,在上面的实施例中能够将本发明施加到 FFS 模式 LCD 装置中。

[0072] 图 33 是第一实施例的 IPS 模式 LCD 装置的剖视图。

[0073] 图 34A 是传统透反射 LCD 装置的剖视图,图 34B 是图 34A 的 LCD 装置的示意性图表。

[0074] 图 35 是另一种在专利公布中所描述的传统透反射 LCD 装置的剖视图。

具体实施方式

[0075] 现在,将参考附图对本发明进行更具体的描述,其中类似的组成元件用类似的参考数字来表示。

[0076] 图 1 是示意性地显示根据本发明第一实施例的透反射 LCD 装置里的像素的剖视图。图 2 是图 1 里所示的像素里的 TFT 基片的示意性顶视图。通常用数字 10 表示的 LCD 装置包括:第一偏振膜 11;对立基片(第一基片)12;LC 层 13;TFT 基片(第二基片)14;以及第二偏振膜 15,上述各个部分沿从前侧朝向 LCD 装置 10 的后侧的顺序设置。第一偏振膜 11 具有 90 度的光透射轴,因此吸收轴为零度,而第二偏振膜 15 具有零度的光透射轴,因此吸收轴为 90 度。LC 层 13 包括 LC 分子,其在这个例子里当不存在施加电压时具有 90 度的长轴。

[0077] LCD 装置 10 的每个像素都包括反射区域 21 和透射区域 22。反射区域 21 在其中包括反射膜 16 和透光绝缘膜 17,上述膜顺序地形成在 TFT 基片 14 上。反射膜 16 将透过第一偏振膜 11 的光线反射向第一偏振膜 11。反射膜 16 具有凹凸(不平滑)表面,以便使得反射光线获得更高色散。在绝缘膜 17 上,提供有用于沿着横向驱动 LC 层 13 的第一像素电极 35 和第一公共电极 37。在透射区域 22 上,在 TFT 基片 14 上也提供有用于沿着横向驱动 LC 层 13 的第二像素电极 36 和第二公共电极 38。

[0078] 反射区域 21 使用由反射膜 16 所反射的光线作为光源。LCD 装置 10 包括在第二偏振膜 15 的后侧处的背光光源(未图示),该背光光源在透射区域 22 里用作光源。在透射区域 22 里,调节单元间隙,使得 LC 层 13 的迟滞基本等于 $\lambda/2$ 。此处所用的术语“基本”意思是指等于 $(\alpha + (\lambda/2))$ 的实际迟滞提供了 $\lambda/2$ 的有效迟滞。这是因为,虽然在单元间隙的中央区域里的 LC 分子对应于施加电压而旋转,但是当施加电压时,在基片 12、14 附近,

LC 分子的旋转被抑制。例如,如果 LC 层 13 的迟滞为 $\Delta n d = 300\text{nm}$,则在施加电压时的有效迟滞 $\Delta n_{\text{eff}} = \lambda / 2 = 550\text{nm} / 2 = 275\text{nm}$ 。另一方面,在反射区域 21 里,通过为绝缘膜 17 选择一个最优厚度,从而调节单元间隙,使得在施加电压时 LC 层 13 的有效迟滞为 $\lambda / 4$ 。

[0079] 如图 2 所示, TFT 基片 14 在其上安装了沿着行的方向延伸的多个栅极线路 31 和沿着 TFT 基片 14 的列的方向延伸的多个数据线路 32。分别与反射区域 21 和透射区域 22 相对应, TFT 33 和 34 设置在每个栅极线路 31 和数据线路 32 之间的相交处附近。TFT 33、34 每个都具有连接到公共栅极线路 31 的栅极电极、源极和漏极,其中一个电极连接到公共数据线路 32 上,另一个电极连接到对应像素电极 35 或 36。

[0080] 第一和第二公共电极 37 和 38 分别对应于反射区域 21 和透射区域 22。在像素里的每个公共电极 37、38 包括平行于栅极线路 31 的总线线路和从总线线路向像素区域内部延伸的多个分支线路。在反射区域 21 里,第一公共电极 37 与第一像素电极 35 相对,而在透射区域 22 里,第二公共电极 38 和第二像素电极 36 相对。第一和第二公共电极 37、38 施加有对应于反射区域 21 和透射区域 22 的各自的驱动信号。

[0081] 第一和第二像素电极 35、36 连接到相应的 TFT 33、34,所述 TFT 33、34 连接到公共栅极线路 31 和公共数据线路 32 上,用于接收公共栅极信号和公共数据信号(像素信号)。因此,像素电极 35、36 在同一时间接收公共数据信号。在反射区域 21 里,通过在像素电极 35 和公共电极 37 之间的电位差产生的横向电场,来控制在 LC 层 13 里的取向,而在透射区域 22 里,通过在像素电极 36 和公共电极 38 之间的电位差产生的横向电场,来控制在 LC 层 13 里的取向。分别在像素的区域 21、22 里提供分开的像素电极 35 和 36 以及分开的 TFT 33 和 34、而不管将相同的信号写入像素电极 35 和 36 中的原因在于,在 TFT 33、34 关断之后在像素电极 35 和 36 之间的瞬时电位是不同的,这将会在后面详细说明。

[0082] 图 3A 显示了一个驱动波形图,该波形图显示了在运行的一个特定阶段里反射区域 21 里的像素电极 35 和公共电极 37 的信号电位,图 3B 显示了在相同阶段在透射区域 22 里的像素电极 36 和公共电极 38 的信号电位。如这些图所示,第一和第二公共电极 37、38 的信号电位在一个特定时间在例如零伏和 5 伏之间倒置,第一公共电极 37 的信号电位从第二公共电极 38 的信号电位倒置。

[0083] 像素电极 35、36 施加有例如在零伏和 5 伏之间的、任何希望的信号电位。连接到公共数据线路 32 的像素电极 35、36 接收公共数据信号。如图 3A 中所简示,当在第 i 帧时像素电极 35 施加有零伏数据且公共电极 37 施加有 5 伏数据时,在像素电极 35 和公共电极 37 之间的电位差是 5 伏。这样,在反射区域 21 里的 LC 层 13 被 5 伏驱动。在相同的第 i 帧,如图 3B 所示,像素电极 36 施加有零伏数据信号且公共电极 38 施加有零伏数据,从而其间的电位差是零伏。这样,在透射区域 22 里的 LC 层 13 就不被驱动了,亦即不被零伏驱动。

[0084] 图 4A 和 4B 分别显示了当 LC 装置 10 分别施加有图 3A 和 3B 中所示的驱动信号时,在反射区域 21 和透射区域 22 里各个部分的光线偏振状态。在施加了如图 3A 所示的驱动信号时,由于在像素电极 35 和公共电极 37 之间有电位差,所以在反射区域 21 里的 LC 层 13 的取向旋转了 45 度。这样,如图 4A 的左栏里所示,穿过第一偏振膜 11 的 90 度线性偏振光线在穿过 LC 层 13 之后改变了其偏振状态,从而变换为逆时针圆偏振光线。逆时针圆偏振光被反射膜 16 反射,从而变换为顺时针圆偏振光线,如图 4A 的右栏所示,并再次穿过 LC 层 13,以便变换为零度线性偏振光线,并入射到第一偏振膜 11 上。第一偏振膜 11 阻挡了零度

线性偏振光线,从而在反射区域 21 里表现出黑暗状态。

[0085] 在另一方面,如图 4B 所示,由于在像素电极 36 和公共电极 28 之间的电位差为零引起电场不存在,从而允许在透射区域 22 里的 LC 层 13 的取向保持在 90 度。因此,穿过第二偏振膜 15 的零度线性偏振光线在穿过 LC 层 13 之后保持其偏振状态,并入射到第一偏振膜 11 上,该第一偏振膜 11 阻挡了入射光线,从而在透射区域 22 里表现出黑暗状态。

[0086] 如上所述,通过施加反信号和非反信号到第一和第二公共电极 37、38,施加到两个像素电极 35、36 的公共数据信号足以在反射区域 21 和透射区域 22 里都表现出黑暗状态。这是因为,反信号和非反信号允许仅仅在反射区域 21 里 LC 层 53 的取向旋转 45 度。因此,反射区域 21 和透射区域 22 不必施加不同的数据信号就可呈现黑暗状态。

[0087] 图 5A 和 5B 类似于图 3A 和 3B,其每个都显示了处于另一运行阶段的驱动波形信号。图 6A 和 6B 类似于图 4A 和 4B,其显示了处于另一阶段的光线的偏振状态。在图 5A 所示的另一阶段里,在像素电极 35 和公共电极 37 之间、在第 j 帧所施加的信号电位没有提供电场给在反射区域 21 里的 LC 层 13,从而在反射区域 21 里的 LC 层 13 的取向保持在 90 度。这样,如图 6A 所示,穿过第一偏振膜 11 的 90 度线性偏振光线没有变化地穿过在反射区域 21 里的 LC 层 13,并被反射膜 16 反射,并穿过 LC 层 13,并入射到第一偏振膜 11 上,而没有改变其偏振状态。因此,偏振膜 11 透过光线,从而在反射区域 21 里表现出明亮状态。

[0088] 在另一方面,在如图 5B 所示的第 j 帧里,由于在像素电极 36 和公共电极 38 之间的电位差形成电场,所以在透射区域 22 里的 LC 层 13 的取向旋转了 45 度。这样,如图 6B 所示,穿过第二偏振膜 15 的 90 度线性偏振光线穿过在透射区域 22 里的 LC 层 13,从而变换为 90 度线性偏振光线,并入射到第一偏振膜 11 上。第一偏振膜 11 透过入射光线,从而在透射区域 22 里表现出明亮状态。这样,反射区域 21 和透射区域 22 都呈现明亮状态,而不必施加不同的数据信号。

[0089] 图 7A 和 7B 分别显示了在施加了数据信号之后,像素电极 35 和 36 的瞬时电位。在用于这些附图中所示的 LCD 装置 10 的栅极线路倒置驱动设计的情况下,对于每个像素在每个帧末端都会倒置驱动信号的极性,并且两个相邻行接收相反极性。在栅极信号脉冲 V_g 施加到栅极线路 31 并从其去除之后,通过响应每行中驱动信号的极性倒置,公共电极 37、38 的电位极性在每帧处都重复倒置,直到下一个栅极信号脉冲施加到栅极线路 31 上。

[0090] 因为在这个间隔里 TFT 33、34 关断,所以像素电极 35、36 与数据线路 32 隔离起来,并处于浮置状态。这样,由于在像素电极 35、36 和公共电极 37、38 之间有电容耦合,所以像素电极 35、36 的电位就会如图所示波动,而在将数据信号写入像素电极 35、36 时保持初始电位差 P_1 、 P_2 。在这种情况下,在将数据信号写入像素电极 35、36 中之后,在像素电极 35 和像素电极 36 之间电位波动的情况是不同的,由图 7A 和 7B 可以理解以上情况。

[0091] 在本实施例中,像素的公共电极被分为分别对应于反射区域 21 和透射区域 22 的第一和第二公共电极 37 和 38。施加到这些公共电极 37、38 上的反信号和非反信号允许施加到反射区域 21 和透射区域 22 里的 LC 层 13 的电场具有相反数值,使得在反射区域 21 和透射区域 22 里获得了相同的灰度等级 (gray-scale-level)。此处所使用的术语“相反数值”意思是指,当所述区域中的一个具有较大 (例如最大) 电场时,所述区域中的另一个具有对应的较低 (例如最小) 的电场。因此,每个像素的反射区域 21 和透射区域 22 施加有相同的数据信号,以便在图像上表现出相同的灰度等级,从而可以解决在传统 IPS 模式 LCD

装置里遇到的反像的问题,而不用采用复杂的信号设计。

[0092] 在本实施例中,在显示黑暗状态过程中在透射区域 21 里的 LC 层 13 的取向平行于或垂直于入射到 LC 层 13 上的光线的偏振方向。这减小了 LC 层 13 的波长色散特征在显示黑暗状态过程中对图像的负面影响,从而减小在显示黑暗状态过程中光线的泄漏。在透射区域 22 里的第一和第二偏振膜 11、15 和 LC 层 13 的取向之间的关系类似于在典型的透射 IPS 模式 LCD 装置里的关系,从而在本实施例中的透射区域 22 里的对比度类似于在典型透射 IPS 模式 LCD 装置里获得的对比度。

[0093] 在典型 TN 模式 LCD 装置里,反射膜通常设置为反射像素电极,该反射像素电极施加有对应于希望的灰度等级的、用于驱动 LC 层的数据信号。在另一方面,在 IPS 模式 LCD 装置里,LC 层被由像素电极和公共电极施加的电场所驱动。这允许反射膜 16 施加有任意需要的电压。下面将讨论反射膜 16 的电位对图像的影响。

[0094] 图 8A 和 8B 显示了在反射膜 16 分别施加有 2.5 伏和 5 伏、同时像素电极 35 和公共电极 37 分别固定在 5 伏和零伏的情况下,在反射区域 21 里通过模拟获得的电场分布和光透射率分布。

[0095] 如果反射膜 16 的电位为像素电极 35 的电位和公共电极 37 的电位之间的中间值,如图 8A 所示,由于在该区域里 LC 层的透射率较高,所以在像素电极 35 和公共电极 37 的区域里观察到有显著的光线泄漏;然而,在像素电极 35 和公共电极 37 之间的间隙里观察到较低的光线泄漏。另一方面,如果反射膜 16 与公共电极 37 是等电位的,如图 8B 所示,由于在该区域里透射率较高,所以在公共电极 37 的区域里观察到显著的光线泄漏。在后者的情况下形成的光透射率分布的原因可能是,在像素电极 35 和反射膜 16 之间的较高电场朝向反射膜 16 引导电场(电力线),否则该电场(电力线)将会会聚到公共电极 37,因此,在公共电极 37 的面积里用于驱动 LC 分子的电场是不够的。

[0096] 如同从上面的模拟结果所理解的那样,反射膜 16 的电位是在像素电极 35 和公共电极 37 之间的中间值。反射膜 16 的电位可以通过施加特定电压来进行直接控制,或者可以通过在浮置反射膜 16 的电位的同时通过电容耦合来进行间接控制。如果要采用电容耦合,例如,施加有和像素电极 35 相等电位的第一互连器和施加有和公共电极 37 相等电位的第二互连器设置在反射膜 16 的后侧上,使得第一互连器和第二互连器的面积比设定为 1:1,从而反射膜 16 的电位采用了中间值。

[0097] 如图 8A 所示,反射膜 16 的中间电位会在像素电极 35 和公共电极 37 的面积里引起显著的光线泄漏,这是不希望出现的,这是因为在显示黑暗状态的过程中在其中的较高的光透射率引起的。为了抑制泄漏光线对图像的负面影响,可以采用这样的图案配置,其中从垂直于基片的方向观察,反射膜 16 不具有与像素电极 35 和公共电极 37 相重叠的部分,如图 9 所示。在显示黑暗状态过程中,这种结构降低了在像素电极 35 和公共电极 37 的面积里观察到的反射光线的亮度。

[0098] 此后将参考图 10A 到 17A,描述制造图 1 的 LCD 装置的 TFT 基片的过程,上述附图显示了在顺序装配步骤中的顶视图和另外的剖视图。另外的剖视图描绘了反射区域 21、透射区域 22 和在反射区域 21 和透射区域 22 之间的分界区,并且它们用和对应顶视图的数字相同的数字来指代,并按照对应顶视图中显示的字母符号的顺序附有跟随字母符号“A”的字母符号。例如,图 10B、10C、10D 分别是沿着在图 10A 里所示的反射区域 21 里的线 A-A’、

在投射区域 22 里的线 B-B'、在分界区里的线 C-C' 获得的剖视图。

[0099] 首先,如图 10A 到 10D 所示,形成第一公共电极线路 37a 和第二公共电极线路 38a。在这个步骤里,第一公共电极线路 37a 形成为从总线线路朝向反射区域 21 延伸,以便给反射膜 16 提供电位。然后,用沉积在其上的绝缘膜覆盖栅极线路 31、第一公共电极线路 37a 和第二公共电极线路 38a。

[0100] 随后,如图 11A 所示,形成了半导体层 39,该层 39 后来构成了 TFT33 的源极/漏极区域。在这个步骤里,如图 11B 所示,半导体层 39 形成为与栅极线路(或栅极电极)31 重叠。此后,形成连接到 TFT 33 的源极/漏极区域的像素电极线路 35a 和连接到 TFT 34 的源极/漏极区域的像素电极线路 36a,如图 12A 到 12D 所示。

[0101] 在反射区域 21 里,从垂直于基片的方向看,一个第一公共电极线路 37a 插入在两个相邻的像素电极线路 35a 之间。在像素里,第一公共电极线路 37a 和像素电极线路 35a 的面积比设定为 1:1。这允许反射膜 16 采用像素电极 35 和第一公共电极 37 之间的中间值电位。然后,通过沉积其上的绝缘膜覆盖像素电极 35、36。

[0102] 随后,具有凹凸表面的保护涂层 40 形成在反射区域 21 上和透射区域 22 的外周上,如图 13A 到 13D 所示。铝膜沉积在整个表面上,并且形成图案以形成反射区域 21 里的反射膜 16。反射膜 16 在每个像素电极线路 35a 和每个第一公共电极线路 37a 的中央处具有狭缝。

[0103] 在形成了反射膜 16 之后,在像素的基本整个面积上,形成了其上具有如图 15A 所示的图案的、平的保护膜 41。平的保护膜 41 在反射区域 21 和透射区域 22 之间具有台阶部分,如图 15B 到 15D 所示,从而调节其间的单元间隙的差值。随后,接触孔 42 形成在绝缘膜里,以便暴露像素电极线路 35a、36a、第一公共电极线路 37a、第二公共电极线路 38a,如图 16A 和 16B 所示。

[0104] 在形成接触孔 42 之后,像素电极 35、36、第一公共电极 37、第二公共电极 38 以图 17A 所示的图案形成在平的保护膜上。反射区域 21、投射区域 22 和其间的分界区部分分别显示在图 17B、17C 和 17D 里。像素电极 35、36、第一公共电极 37 和第二公共电极 38 分别通过各自的接触孔 42 连接到像素电极线路 35a、36a、第一公共电极线路 37a 和第二公共电极线路 38a。这样,就获得了用于本实施例中的透反射 LCD 装置的 TFT 基片 14。

[0105] 图 18 是 TFT 基片的顶视图,其显示了根据本发明的第二实施例的透反射 LCD 装置的像素。通常用数字 10a 来表示的本实施例的 LCD 装置的剖面结构类似于第一实施例的 LCD 装置 10 的剖面结构,所述 LCD 装置包括第一偏振膜、对立基片、LC 层、TFT 基片以及第二偏振膜。在本实施例中的第一和第二偏振膜的偏振轴和 LC 层的取向也类似于第一实施例中的那些。本实施例的 LCD 装置不同于第一实施例的 LCD 装置的地方在于像素的平面结构以及通过栅极线路 31 和数据线路 32 进行信号传输的设计。

[0106] 由图 18 可知,沿着行的方向延伸的多个栅极线路 31 和沿着列的方向延伸的多个数据线路 32 形成在 TFT 基片上。TFT 33、34 设置在栅极线路 31 和数据线路 32 之间的每个相交处附近。每行像素的栅极线路 31 包括连接到 TFT 33 的栅极的栅极线路 31a、以及连接到 TFT 34 的栅极的栅极线路 31b。每个 TFT 33 都具有连接在设置于反射区域 21 里的第一像素电极 35 和数据线路 32 之间的源极/漏极路径,而每个 TFT 34 都具有连接在透射区域 22 里的第二像素电极 36 和相同的数据线路 32 之间的源极/漏极路径。形成为被反射

区域 21 和透射区域 22 所共有的公共电极 39 连接到单个公共电极 (COM) 线路 40 上, 该线路 40 供应公共电极信号给 LCD 装置 10a 的所有像素。

[0107] 图 19 显示了包括 LCD 驱动器 101 的、图 18 的 LCD 装置 10a 的整体结构。LCD 装置 10a 在显示区 100 里包括例如 $240(\text{列}) \times 320(\text{行})$ 像素。栅极线路 31 的数目是对应于反射区域 21 的栅极线路 31a 的数目和对应于透射区域 22 的栅极线路 31b 的数目的总和, 在这个例子里加起来是 640。LCD 驱动器 101 包括: 线路存储器 111, 其具有单行或更多的存储容量; 以及灰度等级转换器 (γ 转换器) 112, 其设置为用于将数据写入透射区域 22 里。LCD 驱动器 101 接收外部定时信号 TG 以及每个都包括用于每个像素的数字 8 位 RGB 信号的序列数据信号 R_n 、 G_n 、 B_n 。

[0108] 在本实施例中的 LCD 驱动器 101 包括用于基于外部定时信号产生各自定时信号的栅极定时信号发生器和数据定时信号发生器 (两者都没有在图中示出)。为了产生 LCD 驱动器 101 里的定时信号, 单行像素的定时信号被分为两个定时信号序列, 该定时信号序列包括用于反射区域 21 的定时信号序列和用于透射区域 22 的定时信号序列。这些定时信号用于驱动栅极线路 31a 和栅极线路 31b。供应给栅极线路 31a、31b 的栅极信号在 LCD 驱动器 101 里产生, 或者可以在设置在 TFT 基片上的移位寄存器里产生。

[0109] 灰度等级转换电路 112 包括查找表, 该查找表用于根据从外部电路接收的反射区域的灰度等级, 来生成透射区域 22 的灰度等级。更具体地讲, LCD 驱动器 101 暂时将所接收的像素数据存储在在线路存储器 111 里。在将数据写入反射区域 21 中的时刻 $T_g(R)$, 通过使用串行 - 并行转换 (serial-to-parallel) 和数模 (D/A) 转换、而不使用灰度等级转换电路 112, LCD 驱动器 101 将所接收的像素数据信号转换为并行模拟信号, 并通过多路转接器 (MUX) 113, 将模拟像素信号输出到数据线路 32。在将数据写入透射区域 22 中的时刻 $T_g(T)$, LCD 驱动器 101 允许灰度等级转换器 112 将存储在在线路存储器 111 里的所接收的像素数据转换为相反的像素数据, 然后执行串行 - 并行转换和 D/A 转换, 并通过多路转接器 113 把模拟像素信号输出到数据线路 32 里。除了使用查找表进行灰度等级转换之外, 灰度等级转换器 111 可以执行 γ 转换, 以便在反射区域 21 和透射区域 22 的数据里都获得类似的 γ 特性。

[0110] 例如, 如果对于设置在第 n 行和第 m 列的第 K 像素, 在 LCD 驱动器 101 里接收到像素数据信号 $K(n, m) = 0$, 则 LCD 驱动器在用于将数据写入到第 K 像素的反射区域 21 里的时刻 $T_g(R)$ 对零灰度数据 ($R(n, m) = 0$) 执行 D/A 转换, 并将例如零伏或 10 伏的信号的对模拟数据输出到数据线路 32 里。另一方面, 在将数据写入到相同第 K 像素的透射区域 22 中的时刻 $T_g(T)$, LCD 驱动器 101 允许灰度等级转换器 112 将像素数据信号 $K(n, m) = 0$ 转换为 $K(n, m) = 255$, 对转换的数据 $K(n, m) = 255$ 执行串行 - 并行转换和 D/A 转换, 并且将例如 5 伏的信号的对模拟数据输出到数据线路 32 里。

[0111] 图 20 显示了在 LCD 装置里在特定运行阶段、反射区域 21 和透射区域 22 的驱动信号波形。其中所描绘的驱动信号包括供应到栅极线路 31a、31b 的栅极信号和供应到数据线路 32 的数据信号。在这个例子里, 使用了点倒置 (dot inversion) 驱动设计, 且公共电极信号恒定。单个像素 (或单个线路) 的写入期间被分为将数据写入反射区域 21 的第一写入期间和将数据写入透射区域 22 的第二写入期间, 从而栅极线路 31a 和 31b 在不同时刻被高电平 (high-level) 栅极信号所驱动。在栅极线路 31a 施加有高电平电位的第一时刻 $T_g(R)$

或第一写入期间,反射区域 21 的 TFT33 接通,并将通过数据线路 32 供应的数据写入到反射区域 21 里的像素电极 35。在栅极线路 31b 施加有高电平电位的第二时刻 $T_g(T)$ 或第二写入期间,透射区域 22 的 TFT 34 接通,并将通过数据线路 32 供应的数据写入到透射区域 22 里的像素电极 36。

[0112] 如果像素接收了零灰度等级的数据(黑暗状态数据),则在将数据写入反射区域 21 的时刻 $T_g(R)$,10 伏的数据供应给数据线路 32,并且对应于反射区域 21 的 TFT33 接通,从而 10 伏数据信号写入像素电极 35。在这种情况下,如果 COM 线路 39a 的电位固定在 5 伏,则在反射区域 21 里的 LC 层 13 施加有对应于 5 伏的电场,从而以正常明亮状态模式运行的反射区域 21 在图像显示时呈现黑暗状态。另一方面,在将数据写入透射区域 22 的时刻 $T_g(T)$,5 伏的数据供应给数据线路 32,对应于透射区域 22 的 TFT34 接通,从而 5 伏数据写入像素电极 36。因为公共电极 38 施加有 5 伏,所以在透射区域 22 里的 LC 层没有施加电场,从而以正常黑暗状态模式运行的透射区域 22 在图像显示时呈现黑暗状态。

[0113] 在本实施例中,如上所述,在 LCD 装置里的栅极线路 31 包括用于反射区域 21 的栅极线路 31a 和用于透射区域 22 的栅极线路 31b,像素的写入期间包括两个分开的写入期间,从而公共数据线路 32 可以给反射区域 21 和透射区域 22 供应不同的数据信号。区域 21、22 中的一个接收根据在 LCD 驱动器 101 里所接收的像素数据所产生的数据信号,而区域 21、22 中的另一个接收根据通过灰度等级转换器 112 从接收的像素数据产生的相反的数据所产生的数据信号。这种结构给反射区域 21 和透射区域 22 提供了不同的电位差,而没有增加将数据写入像素里的数据线路的数目,不同的电位差允许区域 21、22 表现出类似的灰度等级,而不管不同的正常模式。

[0114] 图 21 显示了根据本发明的第三实施例的透反射 LCD 装置里的 TFT 基片的示意性顶视图。通常用 10b 来表示的所述 LCD 装置的剖面结构类似于第一实施例中的 LCD 装置 10 的结构,且所述 LCD 装置包括第一偏振膜、对基板片、LC 层、TFT 基片以及第二偏振膜。在本实施例中的第一和第二偏振膜的偏振轴和 LC 分子的长轴也类似于第一实施例的 LCD 装置中的那些。本实施例的 LCD 装置与第一实施例的 LCD 装置的不同之处在于像素里的平面结构以及通过栅极线路和数据线路进行信号传输的设计。

[0115] 由图 21 可知,沿着行的方向延伸的多个栅极线路 31 和沿着列的方向延伸的多个数据线路 32 形成在 TFT 基片上。TFT 33、34 设置在栅极线路 31 和数据线路 32 之间的每个相交处附近。每行像素的栅极线路 31 包括连接到 TFT 33 的栅极的栅极线路 31a、以及连接到 TFT 34 的栅极的栅极线路 31b。每个 TFT 33 都具有连接在设置于反射区域 21 里的第一像素电极 35 和数据线路 32 之间的源极/漏极路径,而每个 TFT 34 都具有连接在透射区域 22 里的第二像素电极 36 和相同的数据线路 32 之间的源极/漏极路径。形成为被反射区域 21 和透射区域 22 所共有的公共电极 39 连接到单个公共电极(COM)线路 40 上,该线路 40 供应公共电极信号给 LCD 装置 10a 的所有像素。

[0116] 图 22 显示了包括 LCD 驱动器 101a 的、图 21 的 LCD 装置 10b 的整体结构。本实施例的 LCD 装置 10b 类似于第二实施例的 LCD 装置 10a,其不同之处在于:像素电极 35、36 供应有相同的数据信号,而在写入期间的一半的瞬时时刻改变 COM 线路 39a 的电位,从而提供了不同的电压给 LC 层 13 的反射区域 21 和透射区域 22。本实施例的 LCD 装置 10b 不需要在第二实施例中使用的线路存储器和灰度等级转换器。

[0117] 图 23 显示了在 LCD 装置里在特定运行阶段反射区域 21 和透射区域 22 的驱动信号波形。其中所描绘的驱动信号包括供应给栅极线路 31a、31b 的栅极信号和供应给数据线路 32 的数据信号。在这个例子中,使用了点倒置驱动设计。单个像素(或单个线路)的写入期间被分为将数据写入反射区域 21 的第一期间和将数据写入透射区域 22 的第二期间。在栅极线路 31a 施加有高电平电位的第一时刻 $T_g(R)$, 反射区域 21 的 TFT 33 接通,并将通过数据线路 32 供应的数据写入到反射区域 21 里的像素电极 35。在栅极线路 31b 施加有高电平电位的第二时刻 $T_g(T)$, 透射区域 22 的 TFT 34 接通,并将相同的数据信号写入到透射区域 22 里的像素电极 36。在数据写入反射区域 21 的第一时刻 $T_g(R)$, LCD 驱动器 101a 供应公共电极信号,在数据写入透射区域 22 的第二时刻 $T_g(T)$, LCD 驱动器 101a 供应相反的公共电极信号。例如,公共电极信号在第一时刻 $T_g(R)$ 是 5 伏,而在第二时刻 $T_g(T)$ 是零伏。

[0118] 为了显示黑暗状态,在数据写入反射区域 21 的时刻 $T_g(R)$,在负帧(negative frame)里数据信号采用零伏,并且对应于反射区域 21 的 TFT33 接通,从而零伏数据信号写入到像素电极 35 中。在这种情况下,因为公共电极 39 的电位是 5 伏,在反射区域 21 里的 LC 层 13 施加有对应于 5 伏的电场,从而以正常明亮状态模式运行的反射区域 21 在图像显示时呈现黑暗状态。另一方面,在将数据写入到透射区域 22 中的时刻 $T_g(T)$,数据线路 32 也供应有零伏数据,对应于透射区域 22 的 TFT 34 接通,从而零伏数据写入像素电极 36。因为在这个时刻公共电极 39 的电位倒置为零伏,在透射区域 22 里的 LC 层 13 没有供应电场,从而以正常黑暗状态模式运行的透射区域 22 在图像显示时呈现黑暗状态。

[0119] 在上面的简化情况下,对于负帧,驱动反射区域 21。如果对于正帧(positive frame)驱动反射区域 21,则公共电极 39 在将数据写入反射区域 21 里的第一时刻 $T_g(R)$ 期间是零伏,在将数据写入透射区域 22 里的第二时刻 $T_g(T)$ 期间是 5 伏。为了显示黑暗状态,在将数据写入反射区域 21 里的时刻 $T_g(R)$ 在正帧里数据信号是 5 伏。通过在时刻 $T_g(R)$ 关断 TFT 33 使得在反射区域 21 里的像素电极 35 施加有 5 伏的数据,同时公共电极 39 的电位是零伏,从而在反射区域里的 LC 层施加有对应于 5 伏的电场,从而表现出黑暗状态。在时刻 $T_g(T)$ 在透射区域 22 里的像素电极 36 也施加有 5 伏数据,同时公共电极 39 的电位倒置为 5 伏,从而在透射区域 22 里的 LC 层没有施加电场,从而表现出黑暗状态。

[0120] 因此,反射区域 21 和透射区域 22 在正帧和负帧里都表现出黑暗状态。

[0121] 在本实施例中,如上所述,像素的写入期间被分为第一期间和第二期间,像素电极 35 和 36 供应有公共电压,公共电极 39 的电位在第一期间和第二期间之间倒置。这种结构给反射区域 21 和透射区域 22 提供了不同的电位差值,而不产生反射区域 21 和透射区域 22 的不同数据信号,不同的电位差值允许区域 21、22 表现出类似的灰色等级,而不管不同的正常模式。

[0122] 图 24 显示了根据本发明的第二实施例的透反射 LCD 装置的示意性剖视图。本实施例的 LCD 装置 10a 类似于第一实施例的 LCD 装置,其不同之处在于: $\lambda/2$ 波长膜 18 和 19 分别插入在第一偏振膜 11 和对立基片 12 之间和 TFT 基片 14 和第二偏振膜 15 之间。 $\lambda/2$ 波长膜 18、19 在平行于基片的平面内具有各自的彼此垂直的光轴。 $\lambda/2$ 波长膜防止黑暗状态图像被观察为包括蓝色。

[0123] 图 25 显示了一个表格,该表格显示了在 LCD 装置里平行于基片的平面内第一和第

二偏振膜 11、15 的光透射轴、在 LC 层里的 LC 分子的长轴以及 $\lambda/2$ 波长膜的光轴的可能组合。在这种组合中,穿过第二偏振膜 15 和 $\lambda/2$ 波长膜 19 并入射到 LC 层 13 上的光线的偏振方向设定为平行或垂直于在 LC 层 13 里的 LC 分子的长轴。采用这种结构,以便在显示黑暗状态过程中在透射区域里抑制光线泄漏。

[0124] 对如图 25 所示的表 1 里制表的每个组合进行模拟,从而获得如图 26 所示的结果。图 25 显示出,第五和第七种组合特别在短波长区域或蓝色波长区域里具有较低光线泄漏。

[0125] 第七种组合施加到第二实施例的 LCD 装置 10c 中,其表现出如图 27 所示的偏振状态。下面将描述在显示黑暗状态和显示明亮状态过程中所述 LCD 装置的功能。

[0126] 显示黑暗状态

[0127] 为了在这个实施例中显示黑暗状态,使用如图 3A 和 3B 所示的驱动信号,从而使得反射区域 21 里的 LC 层 13 的 LC 分子的长轴旋转 45 度,并且将透射区域 22 里的 LC 分子的长轴保持在 90 度。在图 27 中,虚线代表偏振光线的方向,实线箭头代表光吸收轴。

[0128] 在透射区域 22 里,穿过具有 135 度光透射轴(因此吸收轴为 45 度)的第二偏振膜 15 的 135 度线性偏振光线被旋转这样的角度,所述角度等于在穿过 $\lambda/2$ 波长膜 19 过程中在其偏振角度(135 度)和 $\lambda/2$ 波长膜 19 上的光轴的角度(157.5 度)之间的差值的双倍。穿过 $\lambda/2$ 波长膜 19 的光线转为零度线性偏振光线,该光线入射到 LC 层 13 上。零度线性偏振光线没有变化地穿过 LC 层 13,并穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18,以便变换为 135 度线性偏振光线,并入射到第一偏振膜 11 上。具有 45 度光透射轴的第一偏振膜 11 阻挡了从背光光源传输来的入射光线,从而表现出黑暗状态。

[0129] 在反射区域 21 里,穿过具有 45 度光透射轴的第一偏振膜 11 的线性偏振光线,穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18 从而变换为 90 度线性偏振光线,并入射到 LC 层 13 上。90 度线性偏振光线穿过 LC 层 13 从而变换为逆时针圆偏振光线,并被反射膜 16 反射以便变换为顺时针线性偏振光线。顺时针圆偏振光线再次穿过 LC 层从而变换为零度线性偏振光线,并入射到 $\lambda/2$ 波长膜 18 上。零度线性偏振光线穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18 从而变换为 135 度线性偏振光线,并入射到第一偏振膜 11 上,该第一偏振膜 11 阻挡了入射的光线,从而表现出黑暗状态。

[0130] 显示明亮状态

[0131] 在图 27 里为了显示明亮状态,所述 LCD 装置施加有如图 5A 和 5B 所示的驱动信号,以便使得在透射区域 22 里的 LC 层 13 的长轴的取向旋转 45 度,并将反射区域 21 里的 LC 层的长轴的取向维持在 90 度。在透射区域 22 里,穿过具有 135 度光透射轴的第二偏振膜 15 的 135 度线性偏振光线,穿过 $\lambda/2$ 波长膜 19,以便变换为零度(或 180 度)线性偏振光线,并入射到 LC 层 13 上。0 度线性偏振光线穿过 LC 层 13 从而变换为 135 度线性偏振光线,并穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18 以便变换为 45 度线性偏振光线,并入射到第一偏振膜 11 上,该第一偏振膜 11 透过了入射的光线,从而表现出明亮状态。

[0132] 在反射区域 21 里,穿过第一偏振膜 11 的 45 度线性偏振光线穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18,以便变换为 90 度(或 270 度)线性偏振光线,并入射到 LC 层 13 上。90 度线性偏振光线没有变化地穿过 LC 层 13,并被反射膜 16 反射,从而再次入射到 LC 层 13 上。90 度线性偏振光线没有变化地穿过 LC 层 13,并穿过 $\lambda/2$ 波长膜 18 以便变换为 45 度线性偏振光线。第一偏振膜 11 透过 45 度线性偏振光线,从而表现出明亮状态。

[0133] $\lambda/2$ 波长膜 18、19 可以设置为单轴波长膜、双轴波长膜、或者层状的单轴波长膜

和双轴波长膜的组合。进行模拟以便获得在使用单轴波长膜的情况下在显示黑暗状态的过程中亮度和对比度的视角依赖性。图 28A 和 28B 显示了模拟的结果。对于使用单轴波长膜的情况,如图 28A 所示,从与 $\lambda/2$ 波长膜 18、19 的方向相对齐的取向上的重要视角观看,注意到了光线泄漏。这种光线泄漏对对比度的影响根据观看方向会有显著降低,如图 28B 所示。

[0134] 进行模拟,以便获得在使用包括了单轴 $\lambda/2$ 波长膜和双轴 $\lambda/4$ 波长膜作为 $\lambda/2$ 波长膜 18、19 的层状结构的情况下,在显示黑暗状态过程中亮度和对比度的视角依赖性。在每个 $\lambda/2$ 波长膜 18、19 中,在模拟中,单轴波长膜设置在偏振膜 11、15 附近,并且双轴波长膜设置在 LC 层 13 的附近。图 29A 和 29B 分别显示了亮度和对比度的模拟结果。层状结构具有的优点是,与使用如图 28A 所示的单轴波长膜的情况相比,如图 29A 所示的泄漏颜色降低了。这改善了对比度的视角依赖性,如图 29B 所示。

[0135] 也可进行另一种模拟,以便在使用双轴波长膜的情况下获得亮度和对比度的视角依赖性。结果示出在图 30A 和 30B 中,其类似于图 23A 和 23B。与如图 29A 所示的使用层状结构的情况相比,如图 30A 所示,双轴波长膜降低了颜色泄漏。这也显著地改善了对比度的视角依赖性,如图 30B 所示。

[0136] 在本实施例中, $\lambda/2$ 波长膜 18、19 的使用在显示黑暗状态过程中在反射区域里降低了带蓝色的颜色,从而改善了透反射 LCD 装置的图像质量。另外,包括单轴波长膜和双轴波长膜的层状结构或双轴波长膜的使用降低了沿着倾斜视角的光线泄漏,从而改善了亮度和对比度的视角依赖性。其它的优点类似于在第一实施例中获得的那些优点。

[0137] 在第一实施例中,反射膜的一部分并没有直接设置在像素电极 35 和第一公共电极 37 的后面。然而,本发明并不限于这个例子。反射膜可以是如图 31 所示那样,其中反射膜 16 具有一个直接位于像素电极 35 或第一公共电极 37 后面的平的表面。

[0138] 在上面实施例中,IPS 模式 LCD 装置被示范作为所述实施例的 LCD 装置。第一发明的 LCD 装置的显示模式例如也可替换为边缘场开关 (FFS) 模式。图 32 显示了根据本发明第四实施例的 FFS 模式 LCD 装置的剖视图。通常用数字 10d 表示的 LCD 装置包括反射区域 21 和透射区域 22。在 TFT 基片 14a 上,反射膜 16 和嵌入的绝缘膜形成在反射区域 21 里。反射膜 16 反射从第一偏振膜 11 入射的光线。反射膜 16 通常具有不平滑的表面,以便改善光线散射效果;然而,散射膜可以额外地设置在对立基片 12 里,而不是给反射膜 16 提供不平滑的表面。在另一可选例子里,其中分散有光线散射珠的散射粘合剂层可以设置在偏振膜的靠近对立基片 12 的表面上。

[0139] 图 33 显示了第一实施例的 IPS 模式 LCD 装置 10 的剖视图。比较图 32 的结构和图 33 的结构,FFS 模式 LCD 装置 10d 并不包括与像素电极 35 并置的公共电极 37,这不同于 IPS 模式 LCD 装置 10。FFS 模式 LCD 装置 10d 包括反射膜 16,该反射膜 16 连接到第一公共电极线路(未图示),由此在反射区域 21 里起到公共电极 37 的作用。在 FFS 模式 LCD 装置 10d 的透射区域 22 里,对应于 IPS 模式 LCD 装置 10 中公共电极 38 的透光公共电极 20 设置在透射区域 22 里的像素电极 36 的后侧。在 FFS 模式 LCD 装置 10d 里,像素电极 36、在下面的公共电极 20 和反射膜 16 在其间产生电场,从而驱动 LC 层 13。FFS 模式 LCD 装置 10d 的驱动操作类似于本实施例的 IPS 模式 LCD 装置 10 的驱动操作,因此此处对它的描述予以省略。

[0140] 在第四实施例的 LCD 装置里,采用了与第一实施例里使用的相类似的结构。第三实施例的构造可以和第二实施例的构造相结合。此外,FFS 模式 LCD 装置具有的结构可以类似于第一到第四实施例的结构。

[0141] 根据本发明的第一方面的实施例的透反射 LCD 装置,LC 层的反射区域和透射区域施加有不同的电场,使得两个区域都表现出类似的灰度等级,而不管在不同的正常模式下运行,从而解决了在传统透反射 LCD 装置里遇到的反像(reverse-image)问题。

[0142] 优选的是,第一公共信号和第二公共信号与像素信号同步倒置,第一公共信号基本上是第二公共信号的反信号。例如,如果在反射区域和透射区域里的像素电极都施加有 5 伏,则第一公共电极施加有零伏的第一公共信号,第二公共电极施加有 5 伏。这使得仅仅在反射区域里的 LC 分子旋转,从而能够解决反像的问题。应该注意到,第一公共信号不需要是第二公共信号的严格反信号。例如,如果第一公共信号是零伏或 5 伏,则第二公共信号可以是 6 伏或零伏。

[0143] 同样优选的是,像素电极包括在反射区域里的第一像素电极和在透射区域里的第二像素电极,每个像素都与第一开关装置和第二开关装置相关联,其中第一开关装置用于连接数据线路和第一像素电极,第二开关装置用于连接数据线路和第二像素电极。第一和第二开关装置的同时接通允许公共像素信号供应到反射区域和透射区域两个区域上。在供应了公共数据信号之后,第一和第二开关装置关断,以便允许第一和第二像素电极采用不同电位。

[0144] 同样优选的是,反射区域在其中包括反射膜,该反射膜具有的电位基本等于第一像素电极的电位和第一公共电极的电位之间的中间值。这抑制了过大的电场施加在反射膜和像素电极或第一公共电极之间,从而减少了在显示黑暗状态过程中光线的泄漏。

[0145] 通过在反射膜和第一像素电极之间的电容耦合和在反射膜和第一公共电极之间的电容耦合,可以确定反射膜的电位。在一个可选例子里,可以通过电位设定电路来确定反射膜的电位。

[0146] 同样优选的是,在直接位于第一像素电极和第一公共电极后面的面积里,省去一部分反射膜。在 IPS 模式 LCD 装置里,反射膜可以产生光线泄漏;然而,这种构造降低了直接在电极后面的亮度,由此降低了光线泄漏。

[0147] 在一个可选例子里,在直接位于第一像素电极和第一公共电极后面的面积里的一部分反射膜可以具有平的表面,而其它部分的反射膜可以具有不平滑的表面。通过抑制光线散射,可以降低直接位于电极后面的面积的亮度,从而降低光线泄漏。

[0148] 根据本发明第二方面的实施例的透反射 LCD 装置,第一和第二开关装置将数据分别写入反射区域里的第一像素电极和透射区域里的第二像素电极。第一和第二开关装置可以将相同的数据按照时间分割设计同时或分开地写入两个区域,同时各个区域里的公共电极具有不同的电位。这允许在不同区域里的 LC 层施加有不同的电场,使得可以解决反像问题。

[0149] 在本发明的第二方面,反射区域和透射区域中的至少一个区域可以被横向电场所驱动。

[0150] 所述反射区域和透射区域中的至少一个区域可以以平面方向转换模式进行驱动。

[0151] 在本发明的第二方面,优选的是,每个像素都包括反射区域里的第一公共电极和

透射区域里的第二公共电极,反射区域在其中包括反射膜,该反射膜具有的电位基本等于第一像素电极的电位和公共电极的电位之间的中间值。

[0152] 通过在反射膜和第一像素电极之间的电容耦合和在反射膜和第一公共电极之间的电容耦合,可以确定反射膜的电位。也可以通过电位设定电路来确定反射膜的电位。

[0153] 优选的是,在直接位于第一像素电极和第一公共电极后面的面积里,省略一部分反射膜。

[0154] 在一个可选例子里,在直接位于第一像素电极和第一公共电极后面的面积里的一部分反射膜可以具有平的表面,而其它部分的反射膜可以具有不平滑的表面。

[0155] 在本发明第二方面的透反射 LCD 装置里,LC 层的反射区域和透射区域中的至少一个区域可以以 FFS 模式驱动,也可以以 IPS 模式驱动。在 FFS 模式 LCD 装置里,每个像素可以包括反射区域里的第一公共电极和透射区域里的第二公共电极,反射区域可以包括反射膜,该反射膜施加的电位等于第二公共电极的电位。

[0156] 在本发明的第二方面的透反射 LCD 装置里,反射区域和透射区域可以分别以正常明亮状态模式和正常黑暗状态模式进行驱动。在这种情况下,LC 层应该在反射区域和透射区域里施加有不同的电场,例如为了在两个区域里显示黑暗状态,在反射区域里不施加电场,在透射区域里施加特定电场。

[0157] 在本发明的第二方面的 LCD 装置里,每个像素可以包括:第一公共电极,其接收为多个像素的反射区域所共有的第一公共电极信号;以及第二公共电极,其接收为多个像素的透射区域所共有的第二公共信号。在这种情况下,第一像素电极和第二像素电极可以接收相同的数据信号,以便显示类似的灰度等级。

[0158] 第一公共信号可以基本上是第二公共信号的反信号。例如,如果第一和第二公共信号中的每个信号都采用在零伏和 5 伏之间的一个合适电压,那么当第一公共信号采用零伏时,第二公共信号可以采用 5 伏。

[0159] 第一和第二开关装置可以按照时间分割设计接通,第一像素电极可以接收第一像素信号,用于以正常明亮状态模式驱动 LC 层的反射区域;第二像素电极可以接收第二像素信号,用于以正常黑暗状态模式驱动 LC 层的透射区域。在这种情况下,数据线路可以为第一像素电极和第二像素电极所共有,以便为其施加不同的电压。

[0160] 通过包括线路存储器的数据转换器和包括将灰度等级数据制成表的查找表的灰度等级转换器,可以生成第一像素信号和第二像素信号中的至少一个。例如,外部数据存储在数据存储器中,并且能够没有变化地用于反射区域,而且能够在使用查找表进行转换之后用于透射区域。查找表可以用逻辑电路构造的灰度等级转换器替换。

[0161] 在上述情况下,第一和第二开关装置可以按照时间分割设计进行接通,第一像素电极和第二像素电极可以接收公共像素信号,每个像素都可以包括公共电极,用于在第一电极信号接收公共像素信号的第一时间以及第二电极接收公共像素信号的第二时间期间,接收不同的公共电极信号。

[0162] 因为上面的实施例仅仅是作为例子进行了描述,所以本发明并不局限于上面的实施例,本领域普通技术人员在不背离本发明的范围的情况下,可以从中很容易地做出各种改进或变化。

10

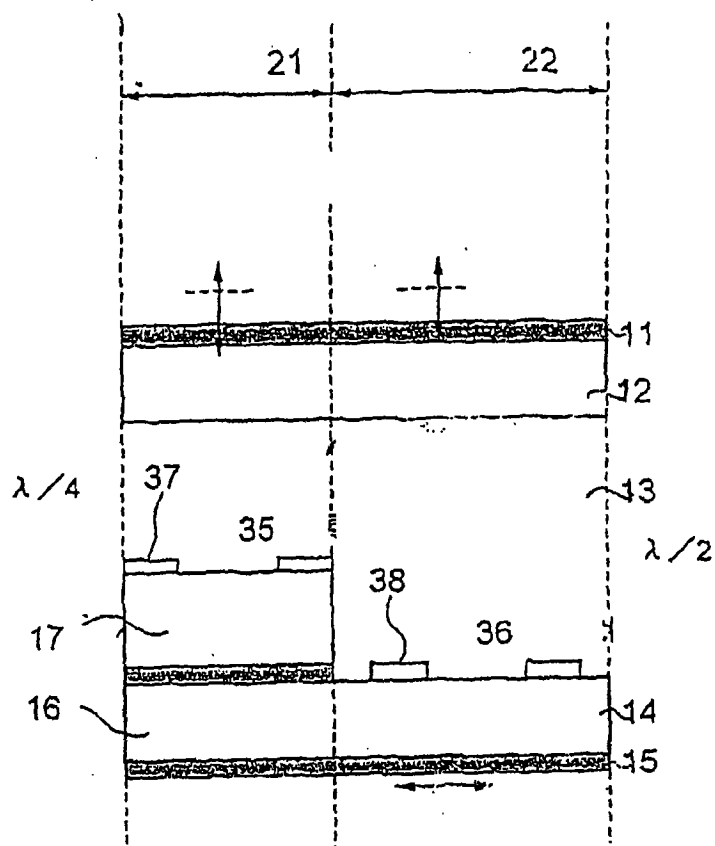


图 1

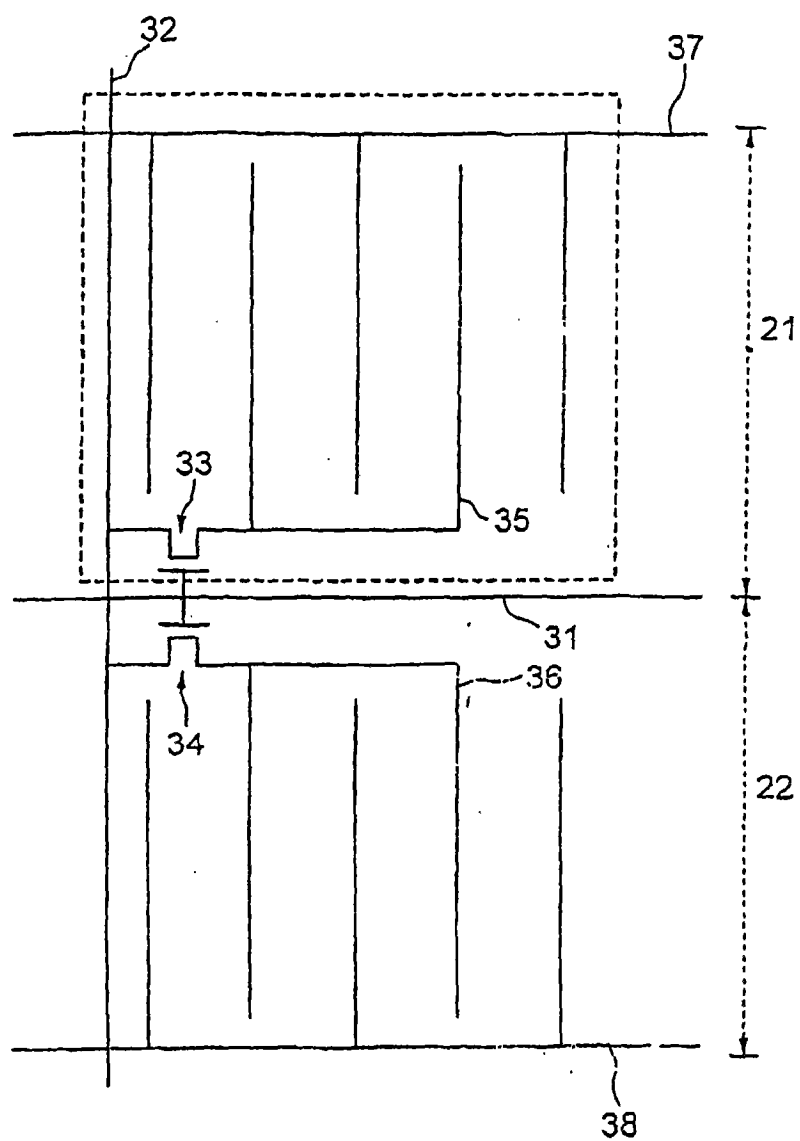


图 2

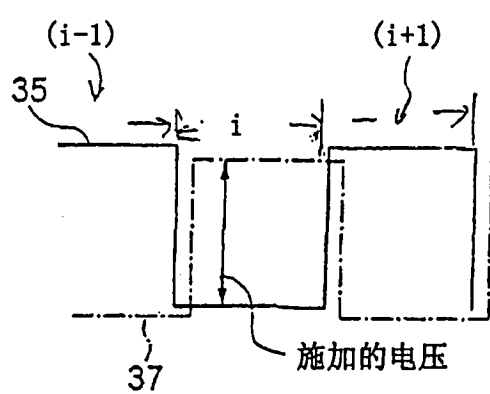


图 3A

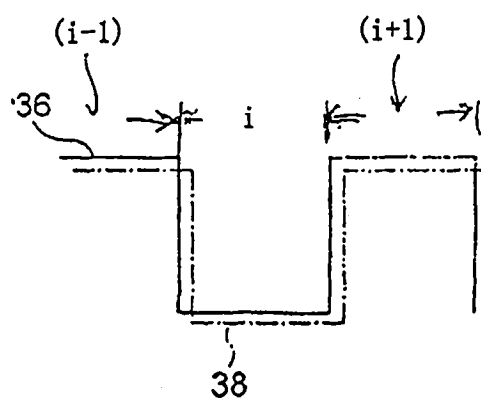


图 3B

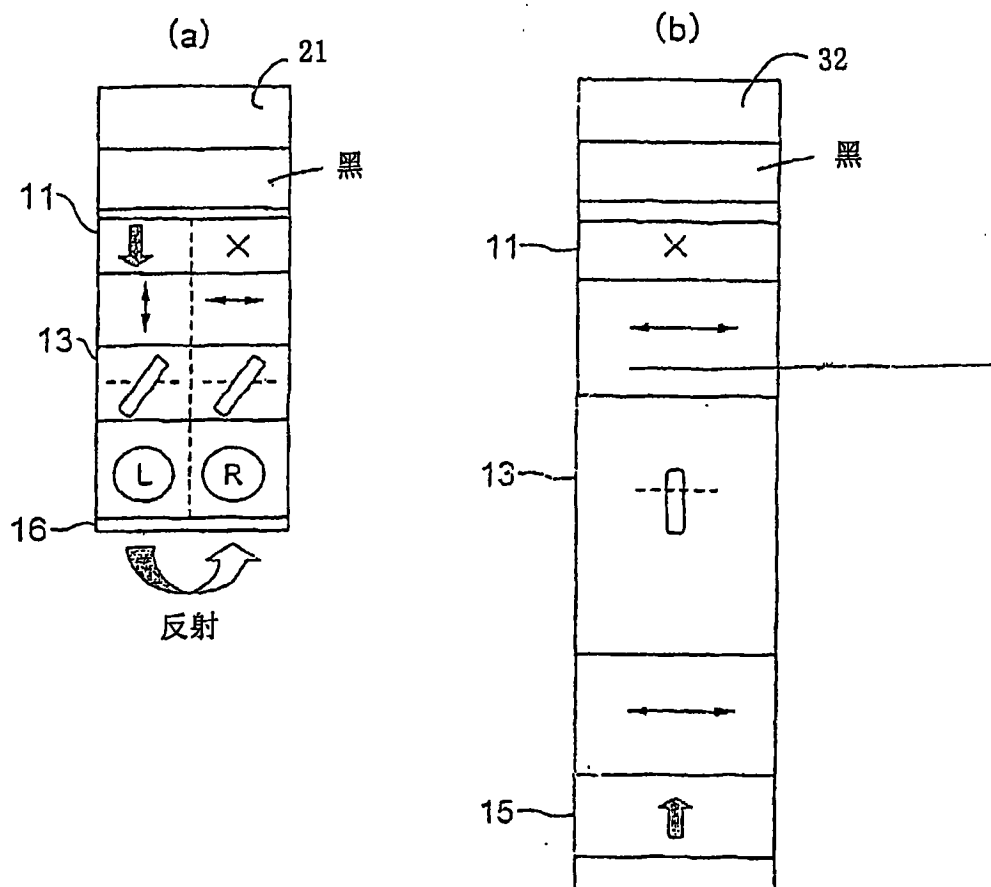


图 4

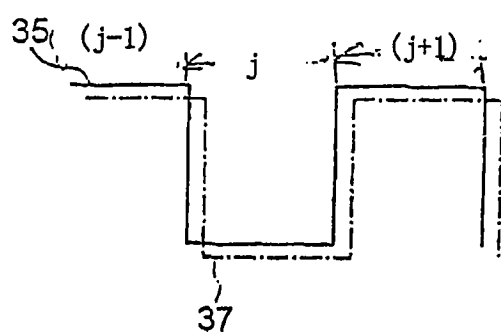


图 5A

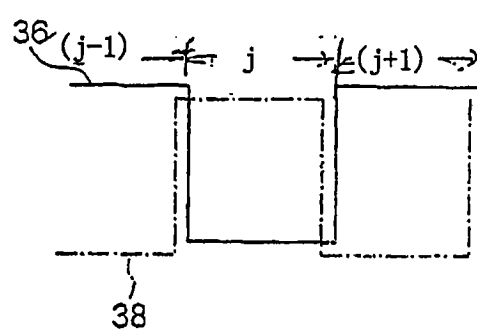


图 5B

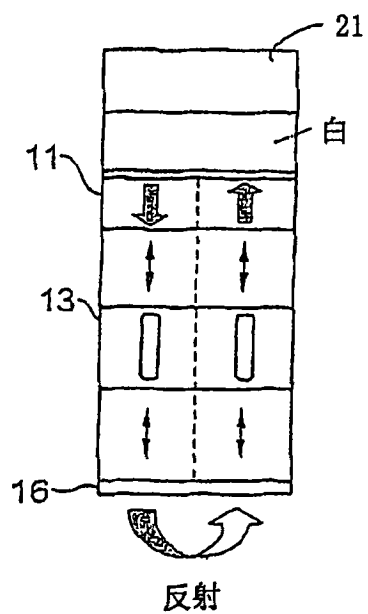


图 6A

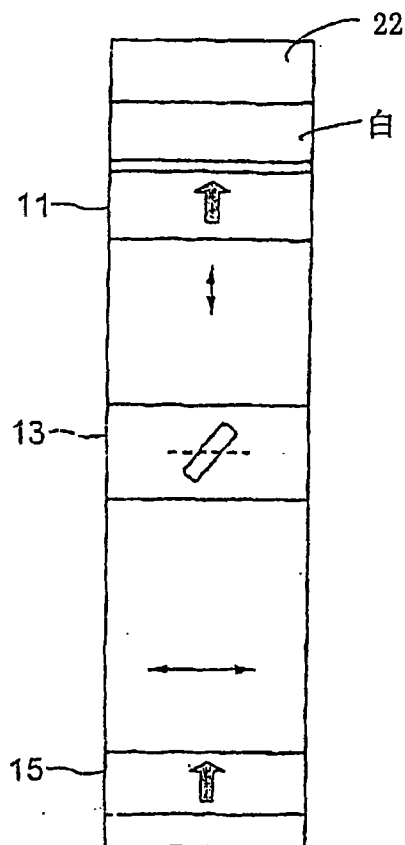


图 6B

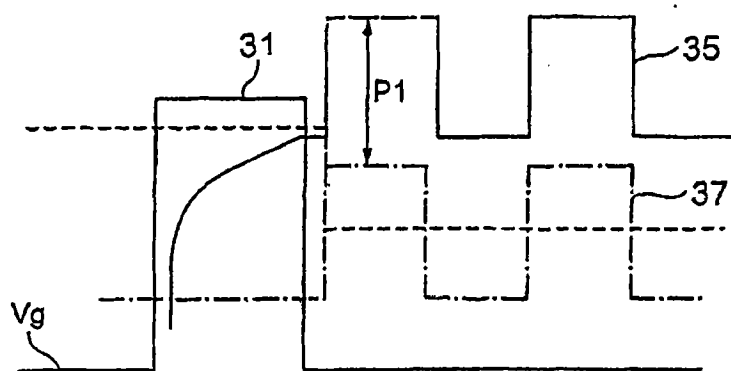
21

图 7A

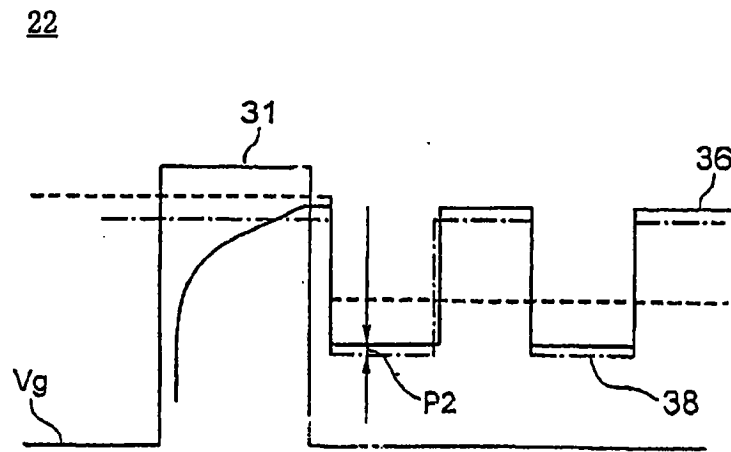


图 7B

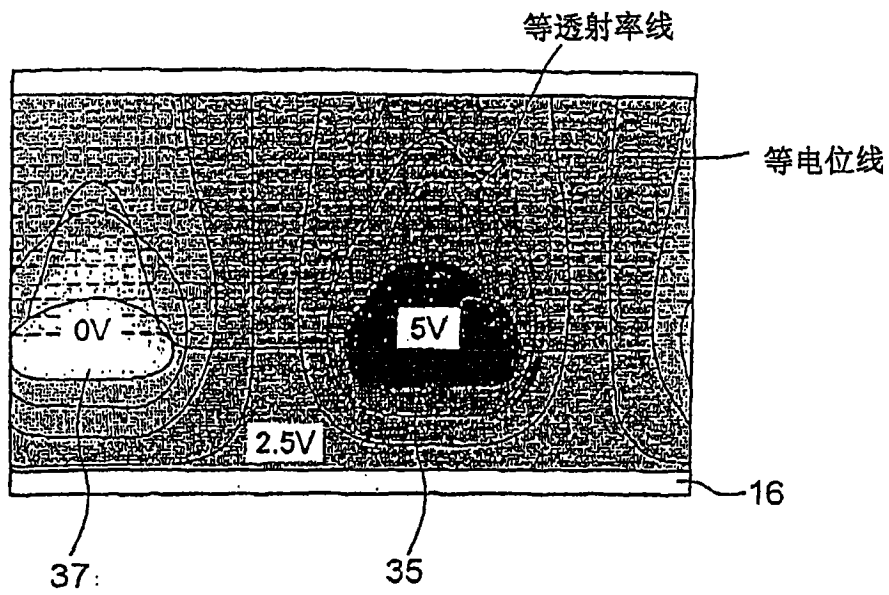


图 8A

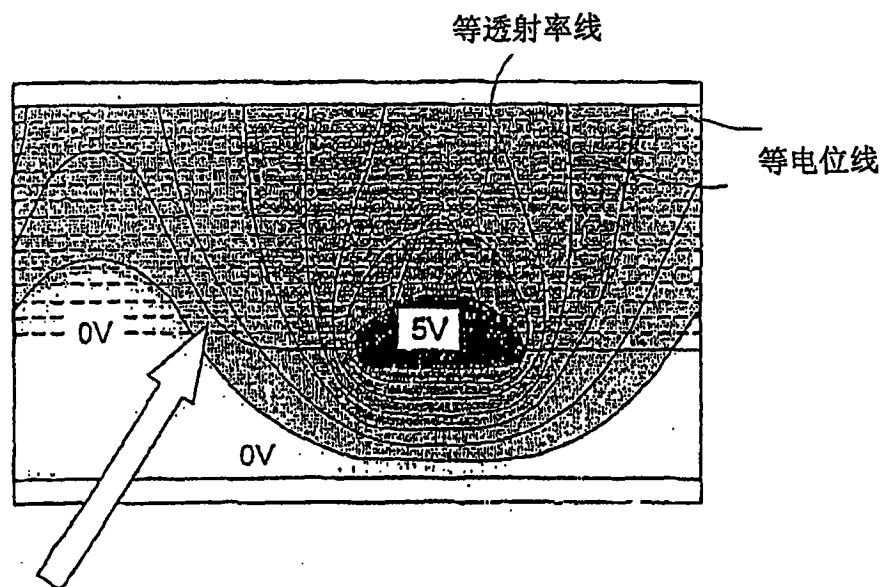


图 8B

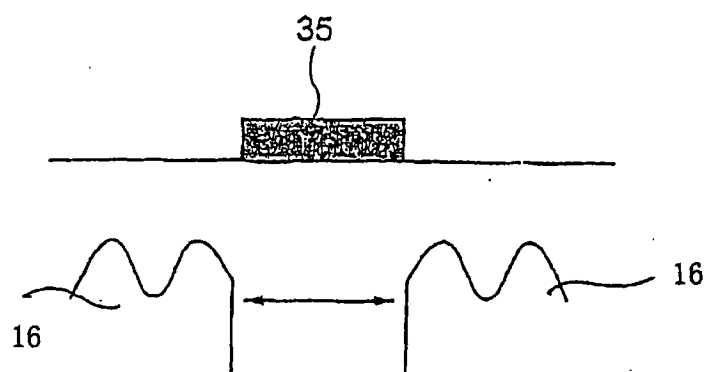


图 9

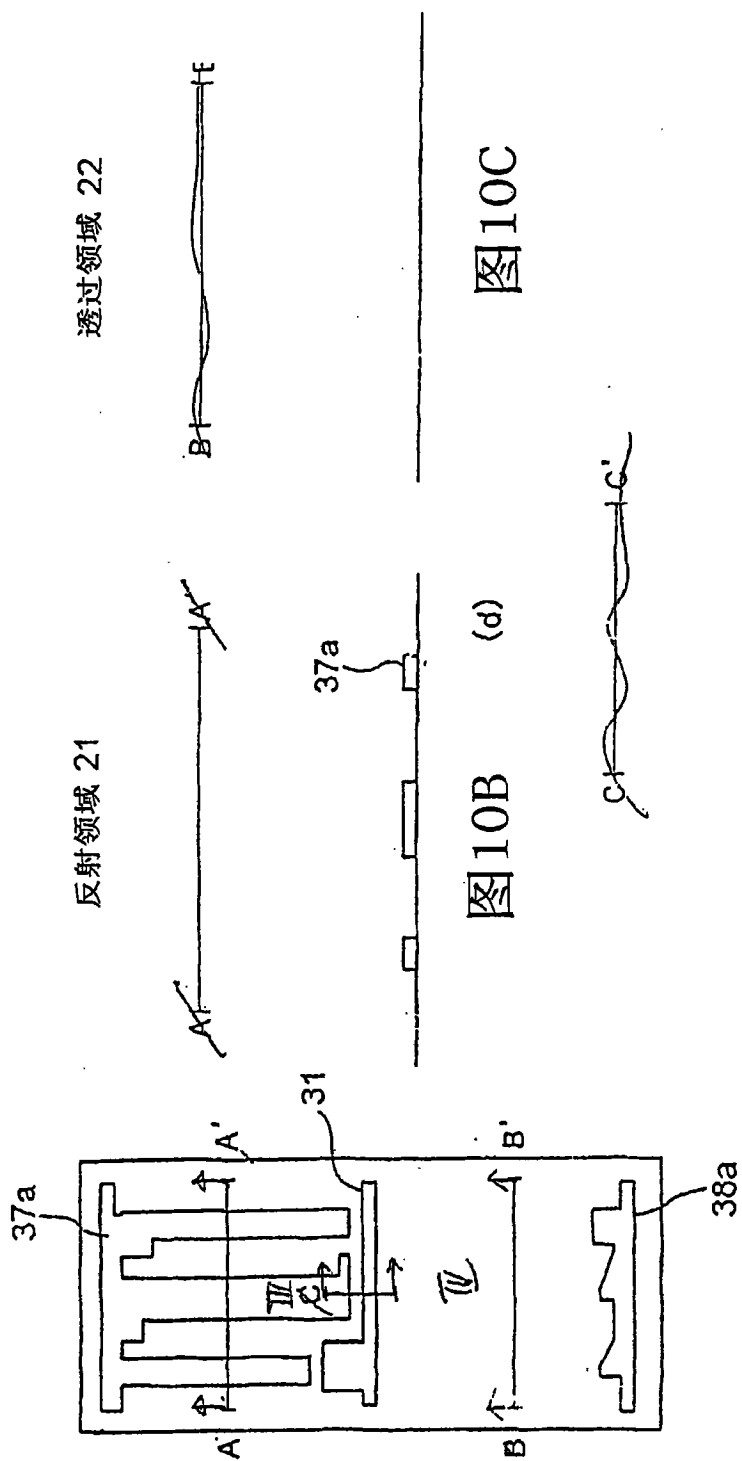


图10A

反射领域 21

透过领域 22



图10B (d)

图10C



图10D

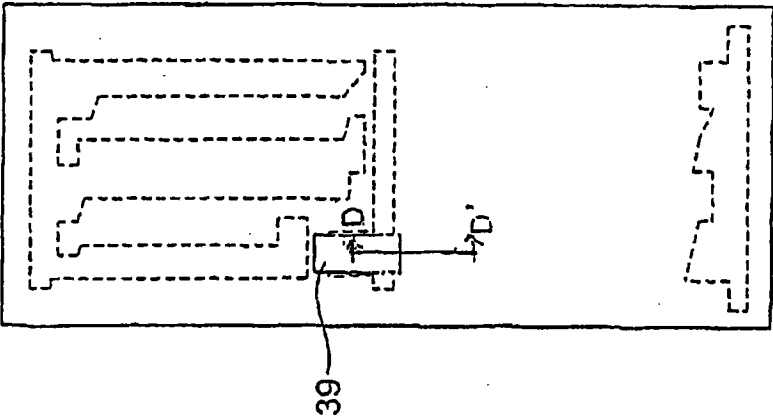


图11A

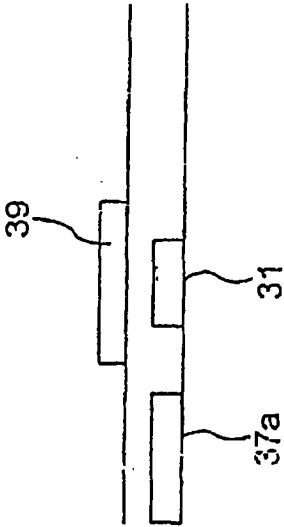


图11B



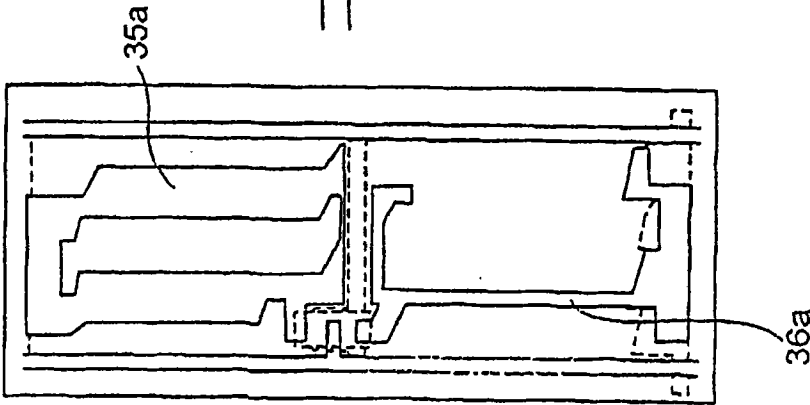


图12A

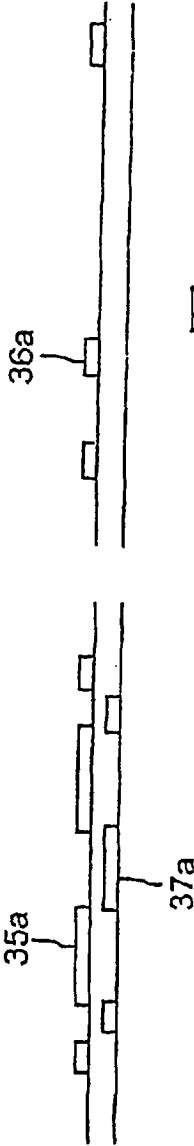


图12B

图12C

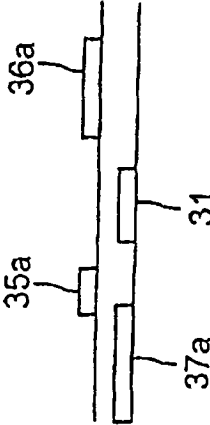


图12D

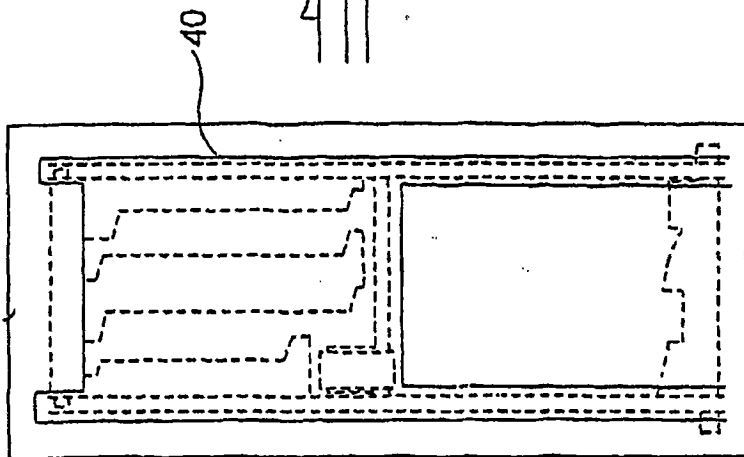


图13A

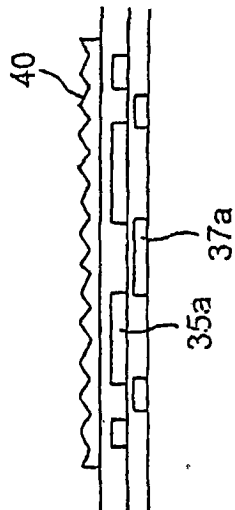


图13B

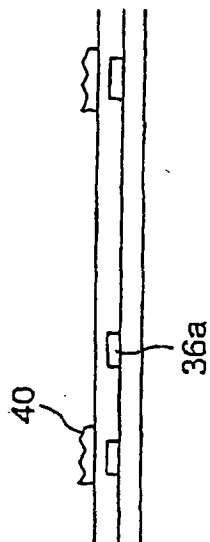


图13C

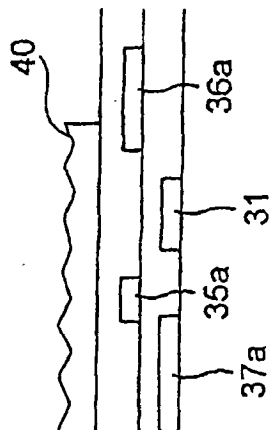


图13D

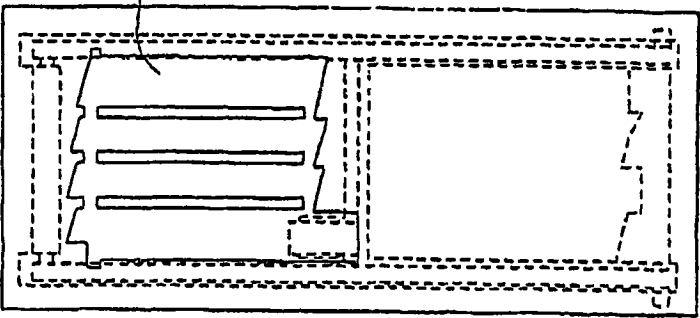


图14A

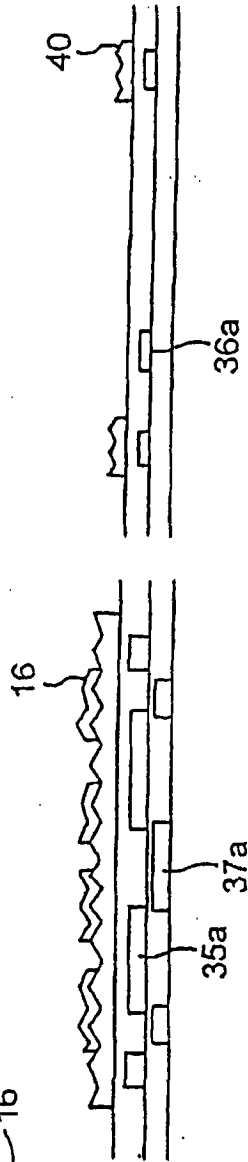


图14B

图14C

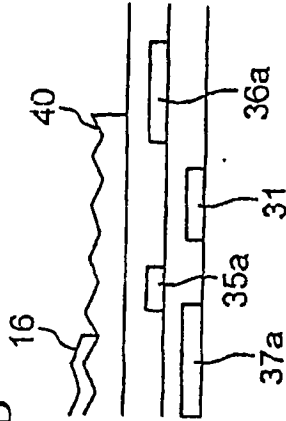


图14D

(a)

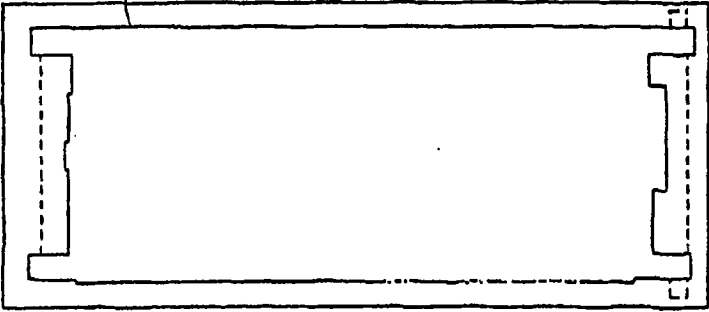


图15A

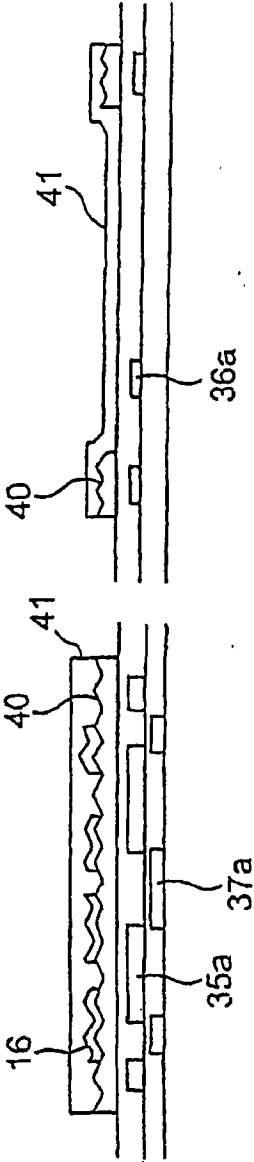


图15B

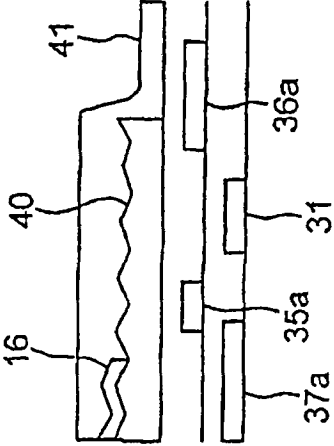


图15C

图15D

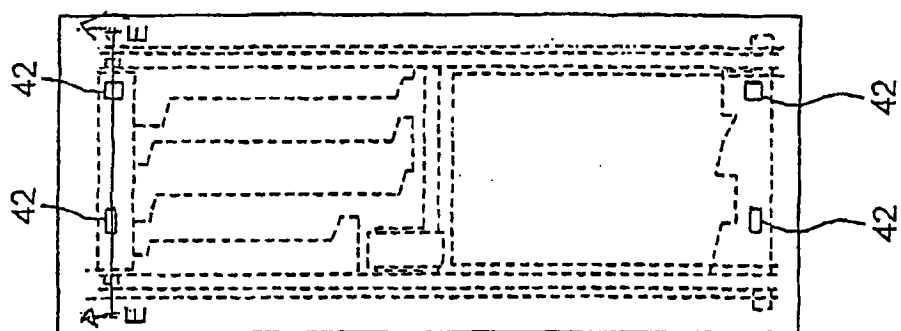


图16A

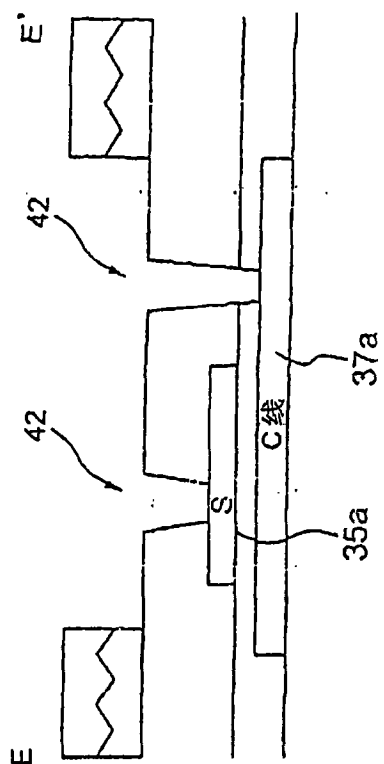


图16B

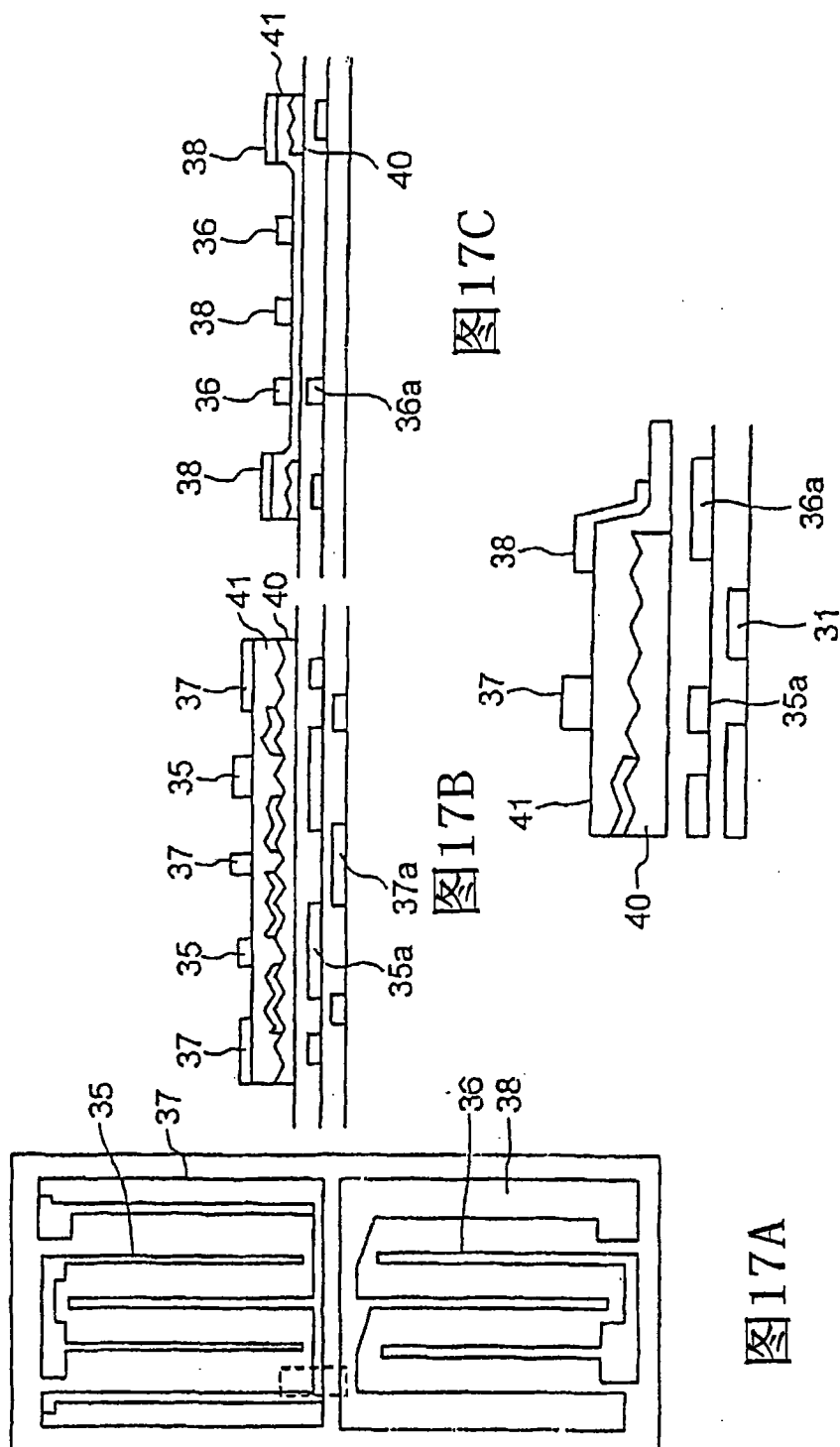


图17A

图17B

图17C

图17D

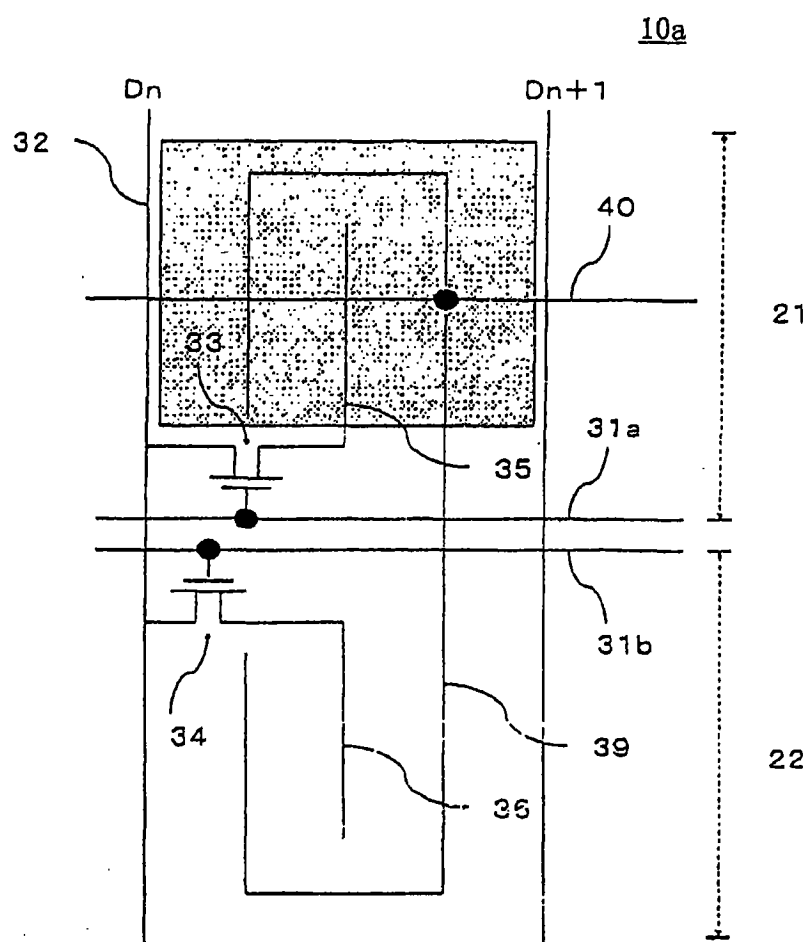


图 18

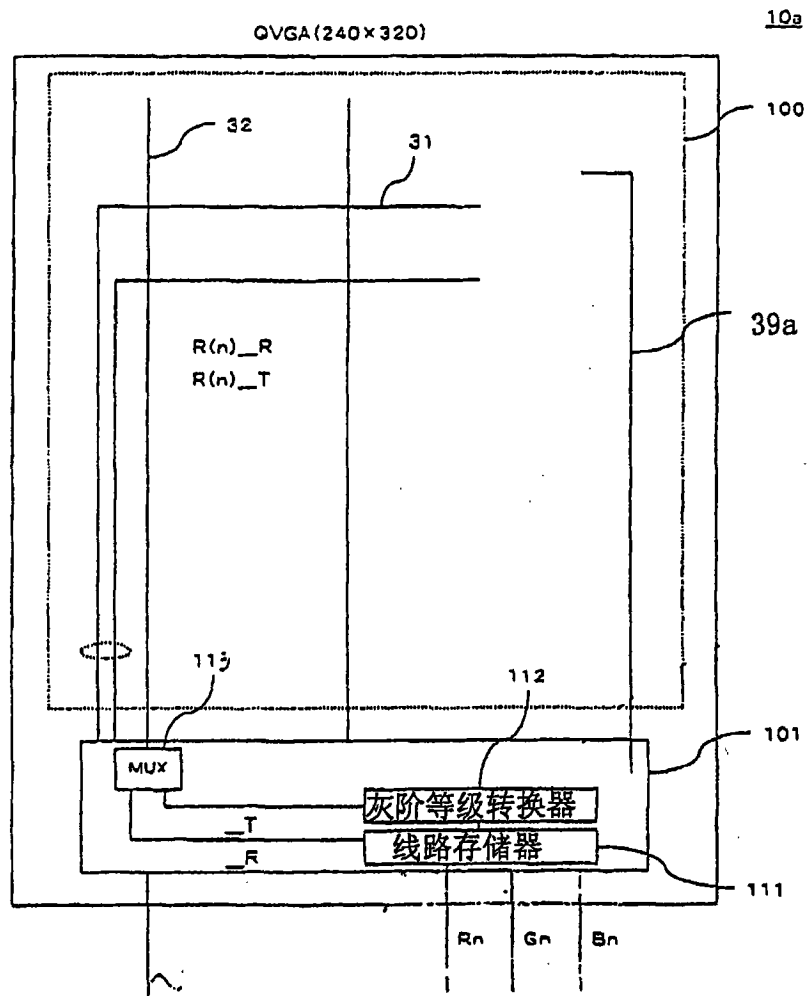


图 19

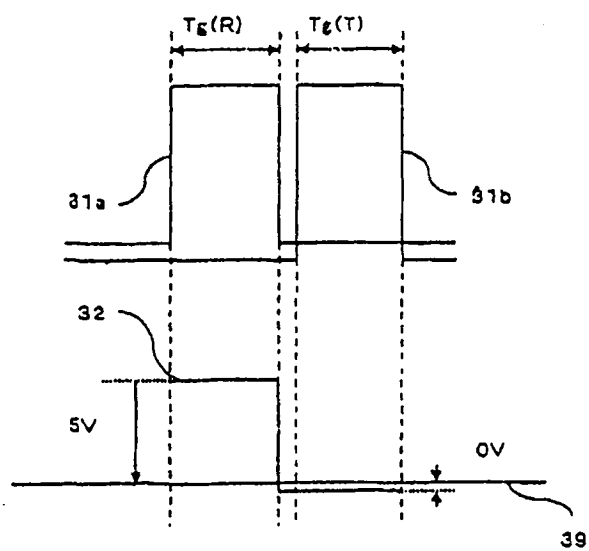


图 20

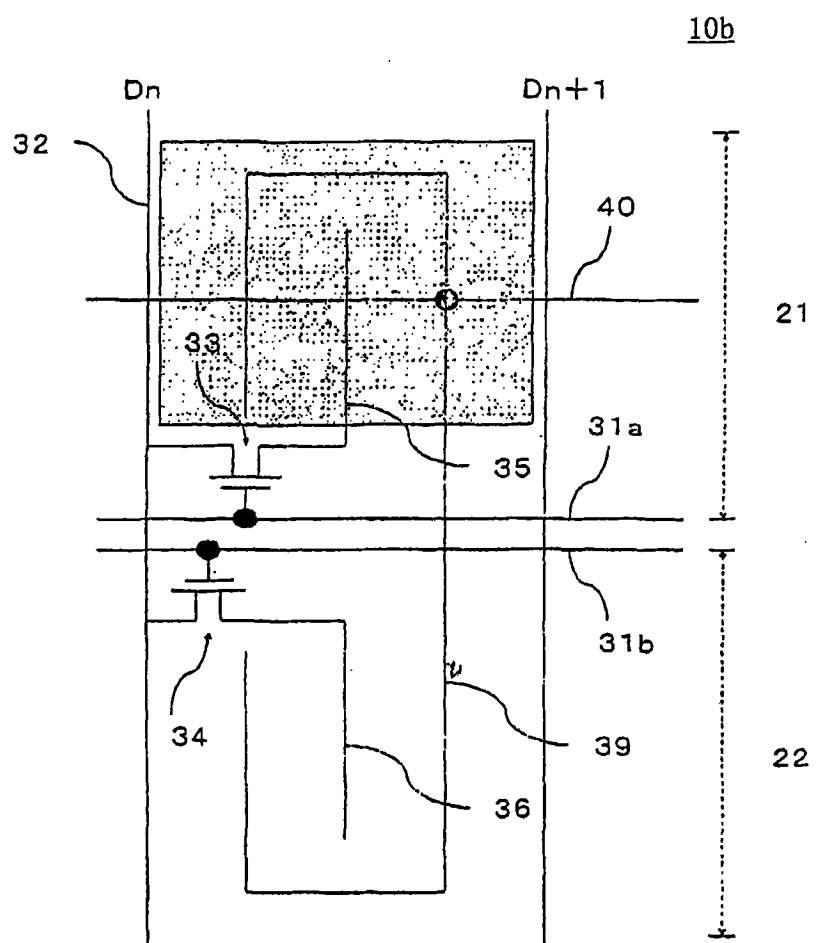


图 21

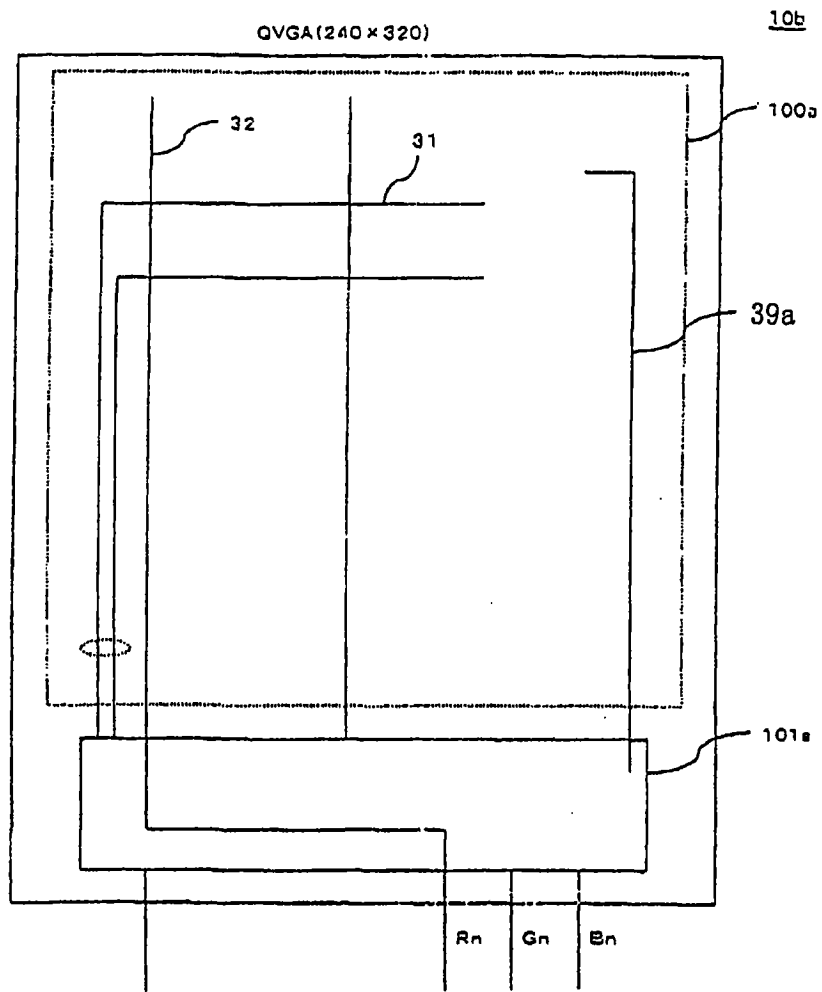


图 22

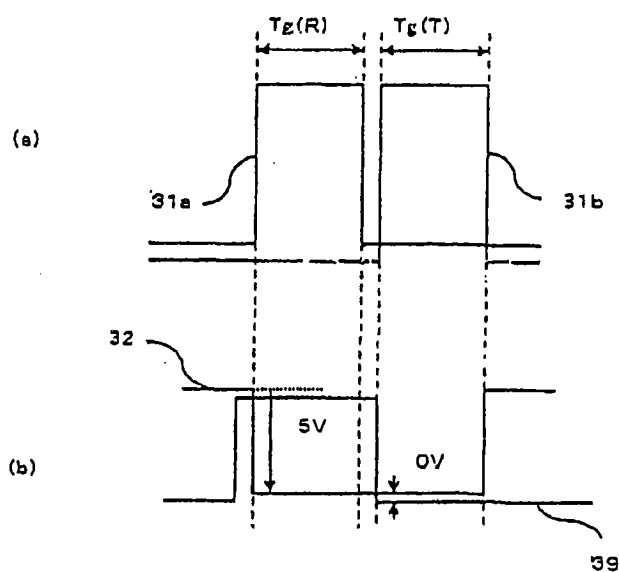


图 23

10C

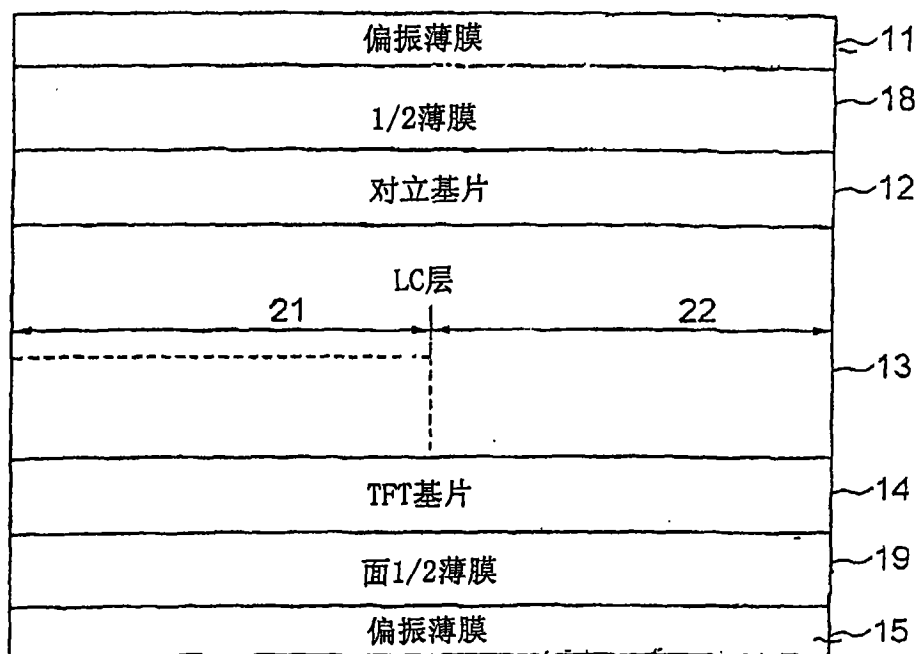


图 24

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8
偏振薄膜 11	45	135	45	45	45	135	45	135
$\lambda/2$ 偏振薄膜 18	112.5	67.5	67.5	112.5	22.5	157.5	157.5	22.5
LC层 13	90	90	90	90	90	90	90	90
$\lambda/2$ 偏振薄膜 19	112.5	112.5	67.5	67.5	22.5	22.5	157.5	157.5
偏振薄膜 15	135	135	135	135	135	135	135	135

图25

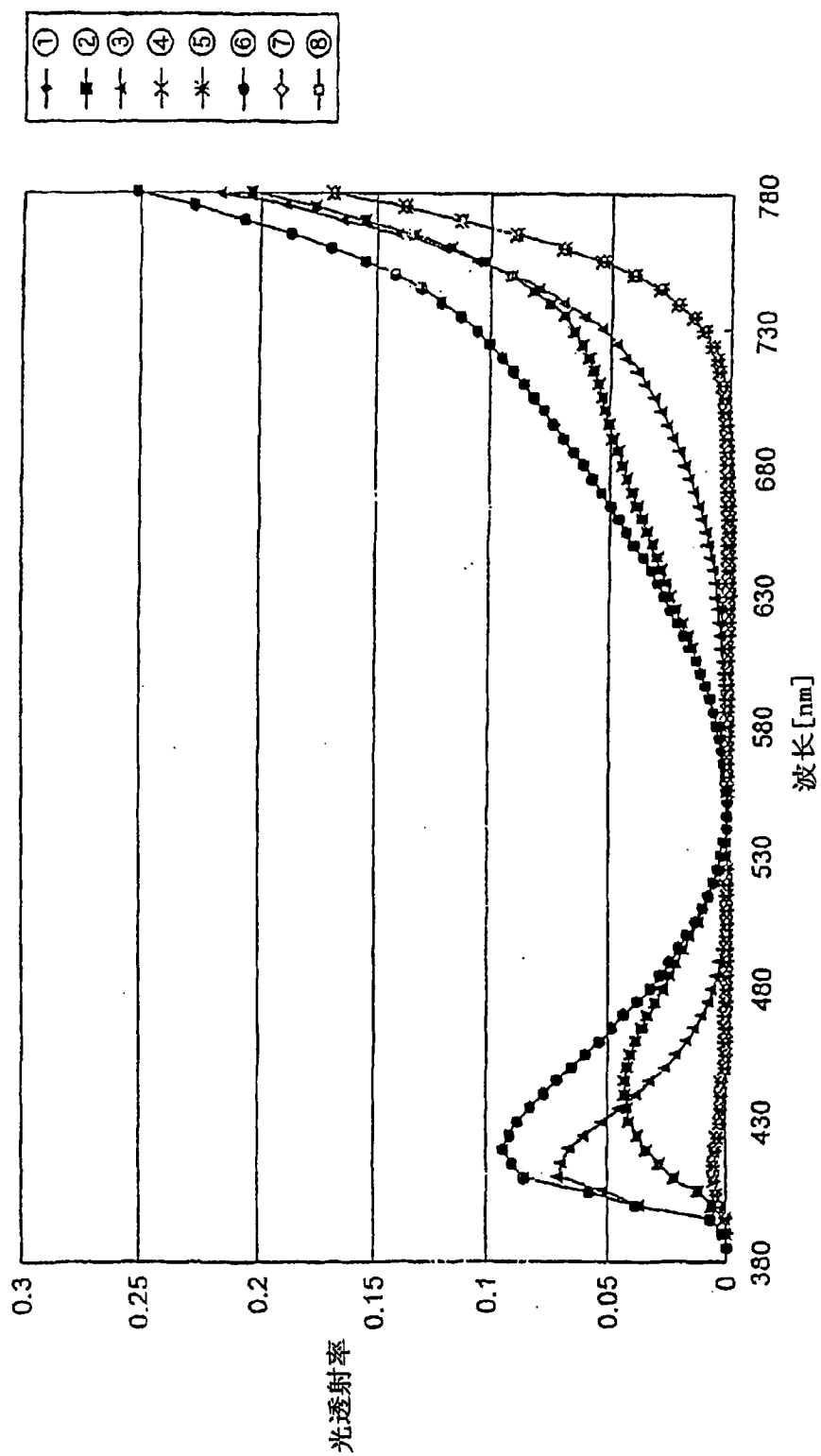


图26

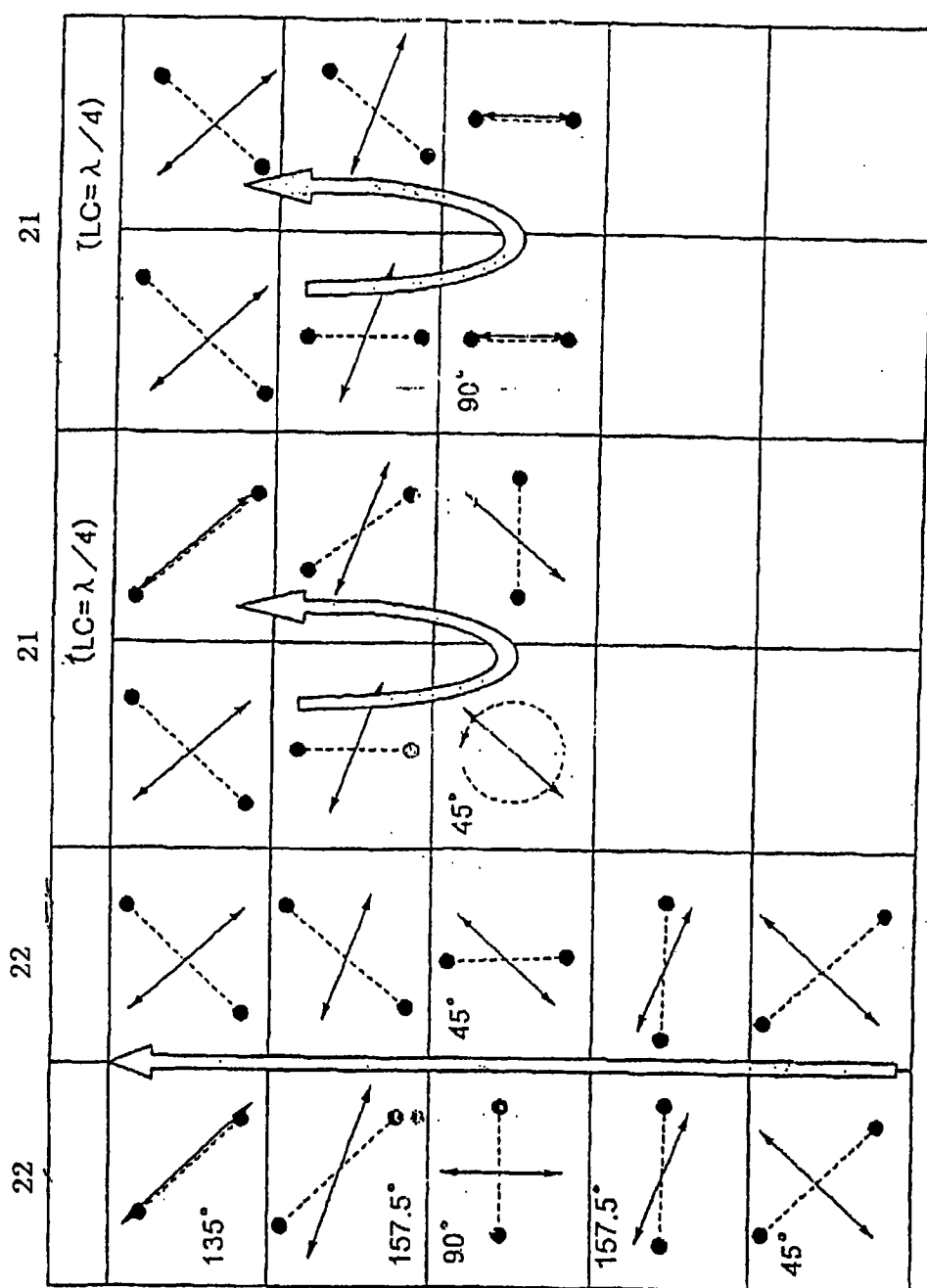
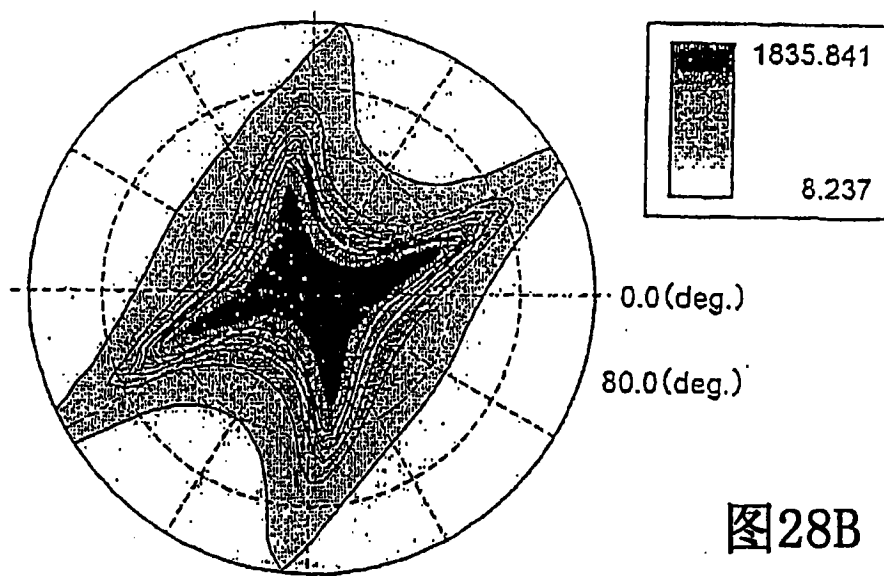
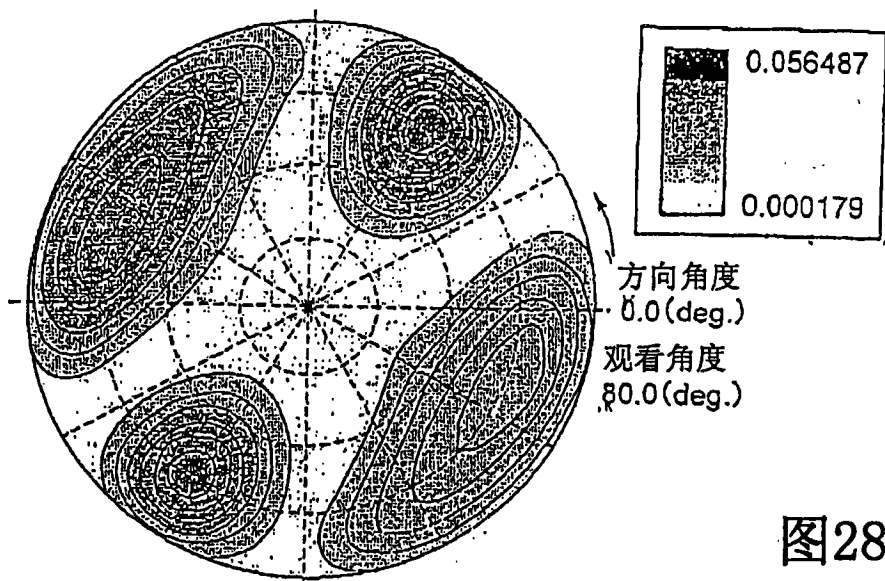


图27



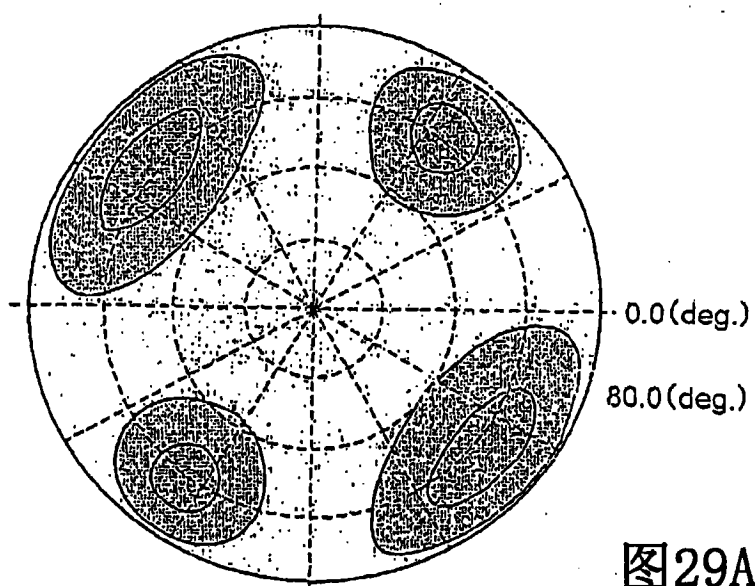


图29A

(b)

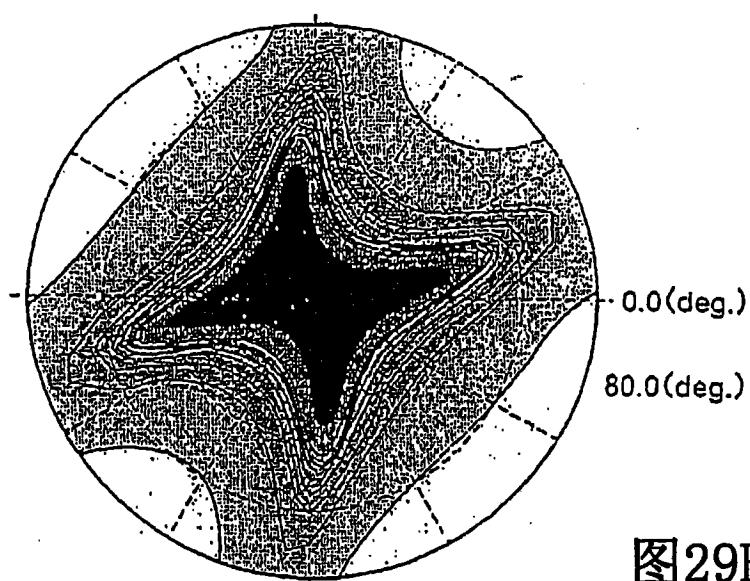


图29B

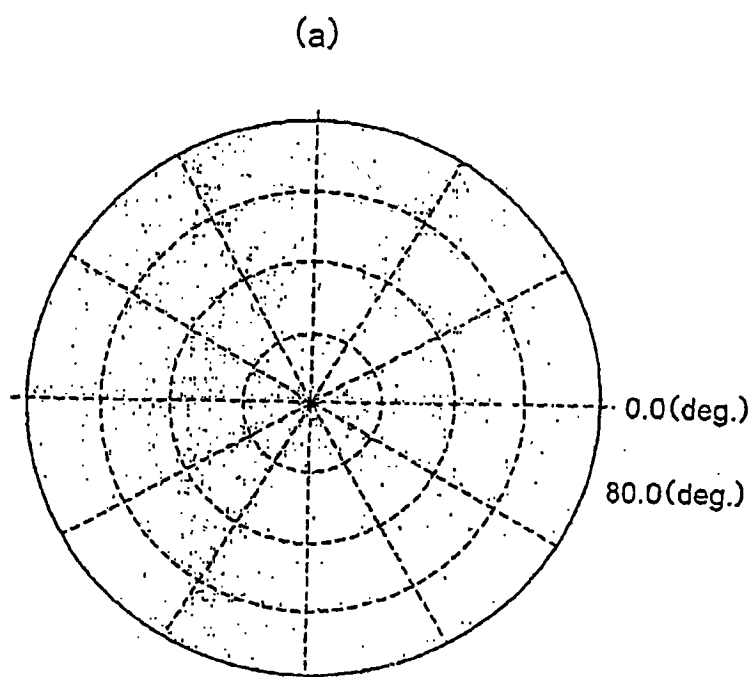


图30A

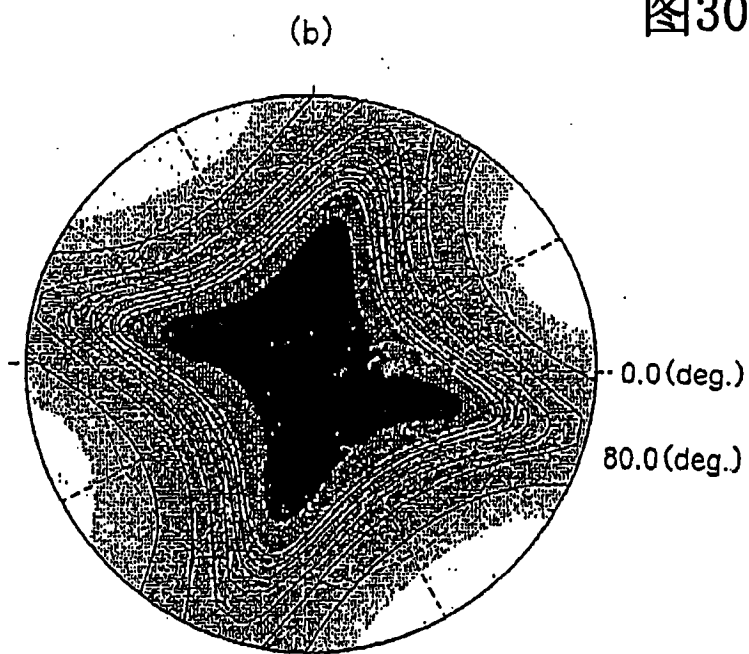


图30B

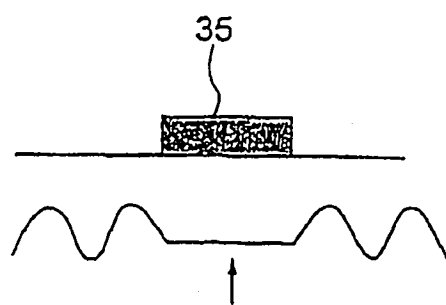


图 31

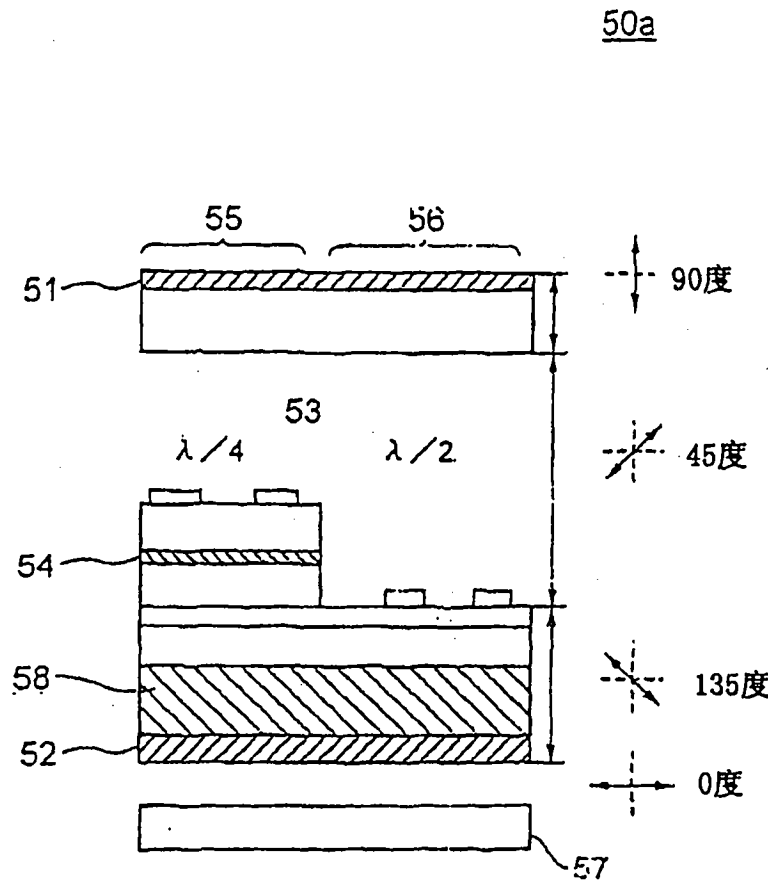


图 35

现有技术

专利名称(译)	透反射液晶显示装置及其驱动方法		
公开(公告)号	CN101329470B	公开(公告)日	2012-05-09
申请号	CN200810129325.4	申请日	2006-06-30
[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)	NLT科技股份有限公司		
[标]发明人	坂本道昭 松岛仁 永井博 森健一 池野英德 工藤泰树 住吉研		
发明人	坂本道昭 松岛仁 永井博 森健一 池野英德 工藤泰树 住吉研		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/1343		
CPC分类号	G09G3/3659 G09G2300/0408 G09G2320/028 G09G2300/0456 G09G3/3655 G02F1/134363 G02F1/133555		
代理人(译)	陆锦华		
审查员(译)	王志远		
优先权	2005191061 2005-06-30 JP		
其他公开文献	CN101329470A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种IPS模式透反射LCD装置，包括像素阵列，每个像素都包括并置的反射区域和透射区域。反射区域以正常明亮状态模式运行，而透射区域以正常黑暗状态模式运行。公共数据信号供应给反射区域和透射区域，而在透射区域里的公共电极信号是在反射区域里的公共电极信号的反信号，从而获得了类似的灰度等级。

