

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/1335

G02F 1/1343

C09K 19/02



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03815402.1

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1672089A

[22] 申请日 2003.4.29 [21] 申请号 03815402.1

[30] 优先权

[32] 2002.4.30 [33] US [31] 60/376,670

[86] 国际申请 PCT/US2003/013509 2003.4.29

[87] 国际公布 WO2003/093898 英 2003.11.13

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.29

[71] 申请人 中佛罗里达大学

地址 美国佛罗里达州

共同申请人 统宝光电股份有限公司

[72] 发明人 W·K·乔伊 S·-T·吴

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

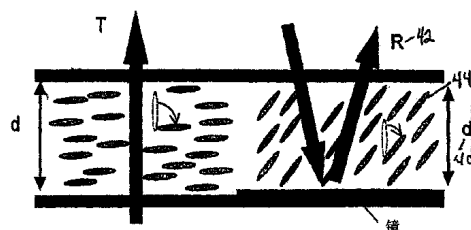
代理人 李家麟

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称 具有部分转变的半透反射式液晶显示器

[57] 摘要

一种仅需要单盒间隙(40)的高反射和透射的半透反射式液晶显示器(TLCD)。代替减少反射(R)子像素区域的盒间隙,本发明减少反射像素(R)(42)的双折射变化 Δd ,从而R的总延迟变化 Δd 等于透射像素(T)的总延迟变化。这是通过部分转变像素约45度而实现的,其中在单盒间隙(40)的反射像素(R)区域(42)中将不连续电极产生的弥散场施加到盒间隙(40)的反射像素(R)区域(42)中的分子(44)上。



1. 一种生产具有单间隙的高反射(R)和透射(T)的半透反射式液晶显示器(LCD)的方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

5 减少单间隙液晶显示器(LCD)中反射像素(R)的双折射变化 Δn , 从而反射像素(R)的总延迟 $\Delta n d$ 约等于单间隙LCD中的透射像素的总延迟 $\Delta n d$ 。

2. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 减少步骤包括: 将双折射变化 Δn 减少约1/2。

3. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 减少步骤包括: 部分转变反射像素
10 (R)中的分子。

4. 如权利要求3所述的方法, 其特征在于, 所述部分转变约是45度。

5. 如权利要求3所述的方法, 其特征在于, 所述部分转变包括: 将电场施加到反射像素(R)上。

6. 如权利要求5所述的方法, 其特征在于, 施加电场的步骤包括: 生成弥散场。

15 7. 如权利要求6所述的方法, 其特征在于, 产生弥散场的步骤包括: 通过单盒间隙中反射像素(R)附近的不连续的像素电极产生弥散场。

8. 如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 不连续的像素电极包括:

小于约 $10\mu\text{m}$ 的较窄宽度; 以及

小于约 $3\mu\text{m}$ 的较窄间隙。

20 9. 如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 进一步包括以下步骤:

随着盒间隙大小的增加, 增加不连续电极中宽度和间隙间隔限制。

10. 一种高反射(R)和透射(T)的半透反射式液晶显示器(TLCD), 其特征在于, 包括:

单盒间隙液晶显示器(LCD), 它具有透射像素(T)和反射像素(R); 以及

25 用于减少单间隙液晶显示器(LCD)中反射像素(R)的双折射变化 Δn 从而反射像素(R)的总延迟 $\Delta n d$ 约等于单间隙LCD中透射像素的总延迟 $\Delta n d$ 的装置。

11. 如权利要求10所述的LCD, 其特征在于, 所述减少装置包括:

用于将双折射变化 Δn 减少约1/2的装置。

12. 如权利要求10所述的LCD, 其特征在于, 所述减少装置包括:

30 用于部分转变反射像素(R)中的分子的装置。

13. 如权利要求12所述的LCD, 其特征在于, 部分转变约是45度。

14. 如权利要求10所述的LCD, 其特征在于, 所述减少装置包括:

用于将电场施加到反射像素(R)上的装置。

15. 如权利要求 14 所述的 LCD, 其特征在于, 所述施加装置包括:
用于产生弥散场的装置。

16. 如权利要求 15 所述的 LCD, 其特征在于, 进一步包括:

5 单盒间隙中邻近反射像素(R)的不连续像素电极。

17. 如权利要求 16 所述的 LCD, 其特征在于, 所述不连续像素电极包括:
小于约 $10\ \mu\text{m}$ 的较窄宽度; 以及
小于约 $3\ \mu\text{m}$ 的较窄间隙。

具有部分转变的半透反射式液晶显示器

- 5 本发明涉及透射型液晶显示器(LCD)，尤其涉及用于制造具有部分转变能力的半透反射式(transflective)液晶显示器(TLCD)的方法和装置，并要求基于 2003 年 4 月 30 日提交的美国临时专利申请序号 No. 60/376670 的优先权。

背景和现有技术

- 10 常规透射型液晶显示器(LCD)呈现较高的对比度以及良好的色饱和度。但是，由于需要背光，它们的功耗较高。在较亮的环境处，例如户外，显示器完全褪色，从而丢失了其清晰度。另一方面，反射型 LCD 使用环境光来读取所显示的图像，因此在较亮的环境下能保持其清晰度。由于缺少了背光，显著地降低了它们的功耗。但是，在较差的环境光下，反射 LCD 就损失了其可读性。此外，它们的对比度也要
15 比透射型 LCD 的对比度低。

- 为了克服以上的缺陷，开发了半透反射式 LCD(TLCD)，以允许在任何环境光的情况下良好的清晰度。在这些显示器中，像素被分成 R(反射)和 T(透射)子像素。T 子像素没有反射器，从而它允许来自背光的光透过且该装置可以在透射模式中工作。通常，R 和 T 的面积比是 4: 1，支持反射显示。透射模式仅用于较暗的环境，
20 以保存电能。一般，已开发了两种半透反射式 LCD(TLCD)的主要方法：单盒(cell)间隙(图 1a)和双盒间隙(图 1b)。

- 在单盒间隙方法中，R 和 T 模式的盒间隙(d)是相同的。针对 R 模式优化盒间隙。结果，针对 T 模式的光透射率一般是 50%或更低，因为光仅穿过 LC 层一次。为了针对 R 和 T 模式两者实现较高的光效率，常使用双盒间隙方法，从而 T 像素的盒间隙
25 是 R 像素的盒间隙的两倍，如图 1b 所示。在这种情况下，LC 层中光经过的总长度对于 T 和 R 两者来说是相同的。但是，该方法仅适合于 ECB(电控制的双折射)模式，例如垂直对准(Vertical Alignment)(VA)和平行对准(Parallel Alignment)(PA)模式。

- 单盒间隙半透反射式 LCD(TLCD)常引起对透射 T 的较低效率。为了获得较高的 T
30 和 R，常需要转向双盒间隙方法。但是，该方法引起更加复杂的结构以及非常苛刻的制造过程。制造过程需要具有对两个盒间隙之间的差异的良好控制，这取决于额外层的控制(通常是有机)。该良好控制会是较困难的，会导致盒间隙中的不均匀

以及 LCD 光学性能的劣化。此外，R 和 T 区域之间盒间隙中的差异还会引起 T 和 R 显示模式之间不同的响应时间。

最好采用具有 VA(垂直对准)LC 模式的半透反射式 LCD(TLCD)说明这些困难。例如，如果盒间隙(d)对于 R 和 T 两者是相同的，如图 2a 所示，则由于 R 经过双重路径，反射光 R 将经过 $2 \cdot \Delta n \cdot d$ 的总延迟变化(retardation change)，这是 T 的总延迟变化 $\Delta n \cdot d$ 的两倍。因此，反射变化率是 T 的两倍，导致不相等的光等级变化，如图 2b 所示。这里，R 在 2.75V 处达到 100% 的亮度，而 T 在该电压处仅达到 50%。因此，采用这种结构的半透反射式 LCD(TLCD)将在 2.75V 处具有通态电压， V_{on} ，这导致对 T 的仅 50% 的光效率。

10 另一方面，在图 3a 所示的双盒间隙方法中，R 区域中的盒间隙减小到 $d/2$ ，从而对于 R(双重路径)的总路径长度保持等于 $d = (2 \times d/2)$ ，这与 T 的总路径长度相等。该结构对于 R 和 T 两者引起相等的延迟变化和亮度变化，如图 3b 所示。因此，R 和 T 两者可以具有 100% 的高效率。

迄今，只有很少的方法可以克服现有技术教导的问题，即仅使用单盒间隙获得较高的光效率。美国专利 6281952 提出的一种可能是在 R 和 T 区域中使用不同的 LC 对准。但是，对于使用当前 LC 技术的大规模生产来说，该方法很难实现。

本发明的主题(如以下所揭示的)在美国专利局的搜索显示以下的 7 个美国专利和 2 个公开的美国专利申请：

20 Krueger 等人的美国专利 4256377 关注用于生产垂直对准的对准开发，它对 TLCD 的部分转变关系极小；

Mochizuki 等人的美国专利 5113273 关注铁电液晶的光电响应的存储器的改善；

Yanagisaa 的美国专利 5128786 关于用于 TFT-LCD 装置的 Black Matrix，它与这里所要求的本发明无关；

25 Beesely 的美国专利 5400047 关于场致发光显示器的响应时间的改善，但没有讨论部分转变；

Kuratom 等人的美国专利 5515189 关注用于神经网络而非半透反射式直观显示的 LC 空间光调制器；

Park 的美国专利 6043605 通过浮动辅助电极改善了等离子体显示器，它与 LCD 无关；

30 Kim 等人的美国专利 6344080(如前所述)仅与等离子体显示器有关；

Park 的美国专利申请 2001/0040666 虽然教导了 LCD 的对准膜但未揭示用于生产 TLCD 的任何技术；以及

Arai 的美国专利申请 2001/0043297 没有涉及部分转变而是涉及扭转向列 (TN) 和超扭转向列 LCD。

搜索中显示的参考都没有提供针对使用当前 LC 技术的大规模生产的仅使用单盒间隙来减少所面对的困难以获得较高光效率的建议。

5

发明内容

本发明的主要目的在于用单间隙技术提供高反射 (R) 和透射 (T) 的半透反射式液晶显示器 (TLCD)，而不必使用双盒间隙。

10 本发明的次要目的在于提供高反射 (R) 和透射 (T) 的半透反射式液晶显示器 (LCD)，它具有当环境光不够亮时显示高质量图像的高性能，特别是对于彩色反射显示器。

本发明的第三个目的在于提供高反射 (R) 和透射 (T) 的半透反射式液晶显示器 (LCD)，它具有在单间隙 LCD 中反射像素之内的分子的部分转变。

15 根据本发明，提供了一种用单间隙高反射 (R) 和透射 (T) 的半透反射式液晶显示器 (LCD) 的制造方法，它包括以下步骤：减少单间隙液晶显示器 (LCD) 中反射像素 (R) 的双折射变化 Δn ，从而反射像素 (R) 的总延迟 $\Delta n d$ 约等于所述单间隙 LCD 中透射像素的总延迟 $\Delta n d$ 。

20 同样根据本发明，提供了一种单间隙、半透反射式液晶显示器 (TLCD)，它包括：具有透射像素 (T) 和反射像素 (R) 的单间隙液晶显示器 (LCD)；以及，用于减少单间隙液晶显示器 (LCD) 中反射像素 (R) 的双折射变化 Δn 从而反射像素 (R) 的总延迟 $\Delta n d$ 约等于单间隙 LCD 中透射像素的总延迟 $\Delta n d$ 的装置。

本发明的进一步的优点和优点将通过附图中示意性说明的优选实施例的详细描述而变得显而易见。

25 附图概述

图 1a 示出了使用单盒间隙的现有技术的半透反射式液晶 (TLCD)。

图 1b 示出了使用双盒间隙的现有技术的 TLCD。

图 2a 示出了单盒间隙垂直对准 (VA) TLCD 像素的结构，示出了施加电场情况下的转变。

30 图 2b 示出了图 2a 装置的反射-电压图和透射-电压图。

图 3a 示出了双盒间隙 VA TLCD 像素的结构，示出了施加电场情况下的转变。

图 3b 示出了图 3a 装置的反射-电压和透射-电压图。

图 4 示出了本发明的单间隙 LCD 的部分转变的方案。

图 5 示出了在本发明的单间隙 LCD 中使用不连续的电极产生强弥散场。

图 6 示出了在 R 子像素区域中具有部分转变的单盒间隙 VA TLCD 的反射电压 (R-V) 和透射电压 (T-V) 图。

5

具体实施方式

在详细说明本发明的实施例之前，可以理解，本发明不限于应用于所示的特定结构的细节之中，因为本发明能应用于其它实施例。同样，这里所使用的术语是用于描述的目的而非限制性的。

10 根据以下所揭示的本发明，可以发现，代替将盒间隙从 d 降低到 $d/2$ ，可以通过使用部分转变在 R 区域中将双折射变化从 Δn 降低到 $\Delta n/2$ 。可以将分子转变约 45° 而不是垂直的 90° 。在这种情况下，双重路径 R 的合成延迟变化保持 $(\Delta n/2) * (2d) = \Delta nd$ ，这与 T 的延迟变化相同。这就使用简单的单盒间隙结构为 T 和 R 两者形成了较高的光效率。

15 以下是产生这种部分转变的合适方案的说明。这是通过使用不连续的像素电极 (或共用电极) 在 R 区域中产生强弥散场而实现的。该弥散场的方案和目的与作为 LCD 宽视角技术的 FFS (散射场转变) 相当不同。其不同之处如下：

a. FFS 方案要求共用电极与像素电极位于基板的相同侧上，以便产生较强的面内转变。但是，在本发明中，共用电极位于另一个基板上，它具有与使用垂直电场的标准 TFT-LCD 类似的结构；以及

20

b. 其目的不在于产生面内转变而是使电场从其垂直方向偏离到倾斜方向以形成部分转变。

因此，与现有的 FFS TFT-LCD 相比，本发明的弥散场方案具有不同的结构和目的。

25 本发明描述了一种技术，用于针对 R (反射) 和 T (透射) 像素两者实现较高的光效率，而不使用双盒间隙方法。这是基于一事实，即 LCD 的输出光等级变化 (在这种情况下与光效率相等) 与装置的 LC 层中行进入射光所经过的总延迟变化成比例。总延迟变化 Δnd 是 1) 作为在施加电压时液晶分子重新取向的结果，入射光所 ‘见到 (seen)’ 的双折射变化， Δn ，以及 2) LC 层中入射光所经过的总路径长度 (其 d 等于用于单路径光的盒间隙 d) 的乘积。代替减少 R 子像素区域的盒间隙，减少 R 的双折射变化 Δn ，从而 R 的总延迟变化等于 T 的总延迟变化。在这种情况下，就

30

可以使用单盒间隙实现都较高的 R 和 T。

现在参考图 4 以最佳地理解本发明。代替将 R 区域 42 中盒间隙 d40 减小到一半，本发明将反射区中的双折射变化 Δn 减小到一半，从而总延迟保持相同。这可以通过部分转变 LC 分子 44 而实现。代替将 LC 分子 46 切换到 90° ，如通过垂直电场进行的那样，可以将 R 区域中的 LC 分子 44 部分转变到约 45° ，如图 4 所示，这导致 $\Delta n/2$ 的双折射变化而不是 Δn 。因此，R 的总延迟变化保持在 $\Delta n \cdot d (= \Delta n/2 \times 2d)$ ，因为 LC 层中 R 的总路径是 $2d$ 。在这种条件下，T 和 R 两者都预计给出几乎相等且较高的效率。

用于部分转变的方法是使用倾斜电场。通过计算机模拟，一种用于产生合适的倾斜电场以实现所需的部分转变的方法是通过在不连续的像素电极 50 和共用电极 52 之间产生弥散场，如图 5 所示。不连续的电极 50 需要具有较窄的宽度 W (通常 < 约 $10 \mu m$) 以及较窄的间隙 G (通常 < 约 $3 \mu m$)，从而弥散场占优势。这使得间隙区域之中和附近的 LC 分子部分地转变，从而减少了合成的单路径延迟变化。可以在反射器顶上制造不连续电极，它们之间具有较薄的一层绝缘层 (例如， SiO_2)。或者，不连续电极还可以使用共用电极制造于滤色片基板上，而不是用像素电极制造于反射器基板上。在这种情况下，反射器上不需要附加的绝缘层或修改。

作为实例，图 6 示出了作为 VA 半透反射式装置的电压的函数的 R 和 T 的光效率，它具有 R 区域中约 $1 \mu m$ 宽的不连续电极以及约 $1 \mu m$ 的间隙。T 区域中的电极保持连续。如图所示，R 的光效率在约 3.75V 处达到约 100%。如果将该装置偏置于用于通态 (V_{on}) 的该电压处，则 T 的效率约是 90%，这远高于没有不连续电极的单盒间隙装置的 T 效率。T 的效率不是 100%，因为在这种情况下 R 中的部分转变不是理想的，即分子不是在该电压处全部转变 45° 如 T 中转变 90° 的分子。但是，通过适当的设计，可以优化效率。虽然电极宽度 W 和电极间隙 G 优选保持在约 $10 \mu m$ 和约 $3 \mu m$ 以下以确保较强的弥散场，但实际的限制取决于装置的盒间隙。盒间隙越高，就允许电极宽度和间隙越宽，因为弥散场可以延伸到更宽的区域。因此，部分转变的量可以保持或多或少地一样，不管较大的电极宽度和间隙。

表 1 示出了使用不同的电极宽度和电极间隙组合获得的结果。该结果说明，部分转变的原理可以是真正非常新颖和简单的方法来为单盒间隙 TLCD 获得较高的 R 和 T 效率，而不使用复杂的双盒间隙方法。

表 1

宽度(W)/ μm	间隙(G)/ μm	V_{on}/V	R/%	T/%
1	1	3.6	100	87
1	1.5	4	94	94

1	2	4.5	88	98
2	1	3.25	100	76
2	2	3.75	87	90
3	1	3.15	100	73
3	2	3.75	85	90
4	1.5	3.5	92	85
4	1.75	3.5	88	85
4	2	3.75	84	90
5	1.75	3.5	85	85
5	2	3.75	82	90
10	3	2.85	90	86

如上所述,使用电极宽度 W 和电极间隙 G 的不同组合,表 1 中获得和报告了光效率 R 和 T。结果示出,使用本发明的部分转变方案可以稳定地实现 R 和 T>85%。还示出,在某些情况中,电极间隙 G 不能太小。

- 5 所报告的结果说明部分切换的原理可以真正地是非常新颖和简单的方法来为单盒间隙 TLCD 获得较高的 R 和 T 效率。此外,通过增加盒间隙可以进一步改善 R 和 T 两者的光效率,因为部分转变的量随盒间隙的增加而增加。作为实例,表 1 中的多数结果基于约 3.6 μm 的盒间隙。

- 10 本发明揭示了一种不使用双盒间隙方法而实现较高的反射和透射 TLCD 的非常新颖和简单的技术。本发明基于惊人的事实,即代替将盒间隙从 d 减小到 d/2,还可以通过使用部分转变在 R 区域中将双折射变化从 Δn 减小到 $\Delta n/2$ 。将分子转变约 45° 而代替垂直的 90° 。在这种情况下,对于双重路径 R 的合成延迟变化保持 $(\Delta n/2) \times (2d) = \Delta nd$,与 T 的延迟变化相同。这使用简单的单盒间隙结构形成 T 和 R 两者的较高的光效率。

- 15 已论证了一种用于这种类型的部分转变的合适方案。这是通过使用不连续的像素电极(或者共用电极)在 R 区域中产生较强的弥散场而实现的。该弥散场的方案和目的与用于 LCD 的宽视角技术的 FFS(散射场转变)相当不同。其不同之处在于:

- (a). FFS 方案要求共用电极与像素电极位于基板的相同侧上,以便产生较强的面内转变。但是,在本发明中,共用电极位于另一个基板上,它具有与使用垂直电场的标准 TFT-LCD 类似的结构;以及
- 20

- (b). 本发明的目的不在于产生面内转变而是采用与现有的 FFS TFT-LCD 相比

不同结构和目的的弥散场方案使电场从其垂直方向偏离到倾斜方向以形成部分转变。

本发明避免了使用双盒间隙方案来为 R 和 T 两者实现高光效率的需要。如前所述，双盒间隙方法形成更复杂的结构以及苛刻的制造过程。该制造过程需要具有对
5 两个盒间隙之间差异的非常好的控制，这取决于额外层(通常是有机)的控制。该非常好的控制是很困难的，它导致盒间隙中的不均匀以及 LCD 光学性能的劣化。

与双盒间隙方法不同，该单盒间隙不会引起 T 和 R 显示模式之间响应时间的不同。

本发明还可以节省成本，因为该方案不需要较大的额外部件来形成不连续电极
10 取代 R 区域中正常连续的电极。在双盒间隙的情况中，需要额外的厚有机层来形成双盒间隙结构。

本发明应用于手持和移动通信，诸如但不限于移动电话、个人数字助理(PDA)、电子书等等。

虽然已在如实践中假定的各项实施例和修改中描述、说明和示出了本发明，但
15 本发明的范围不旨在，或不应认为是有限的，从而特别保留通过这里的教导暗示的其它修改或实施例，特别因为它们落在这里所附的权利要求书的范围之内。

单盒间隙

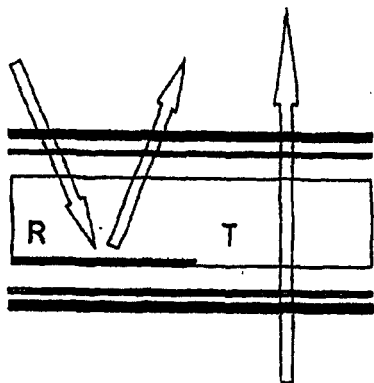


图 1a

现有技术

双盒间隙

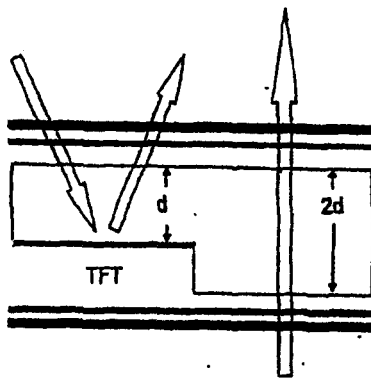


图 1b

现有技术

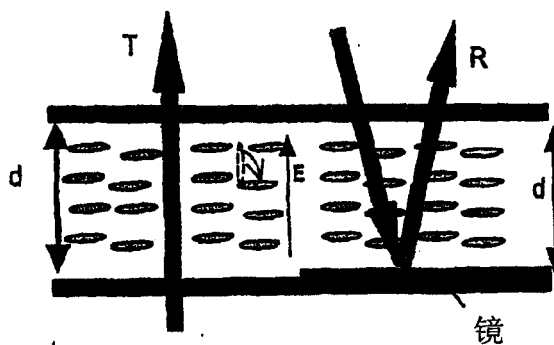


图 2a

现有技术

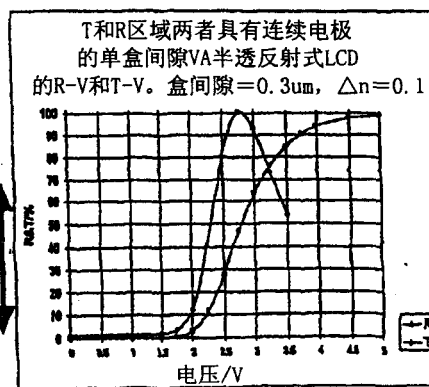


图 2b

现有技术

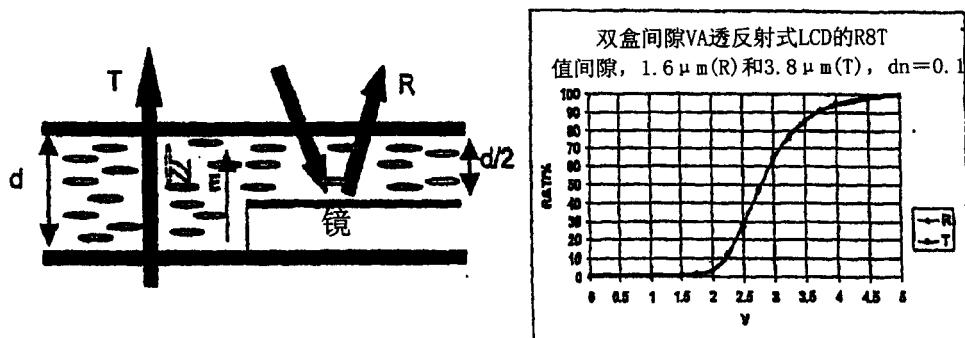


图 3a

现有技术

图 3b

现有技术

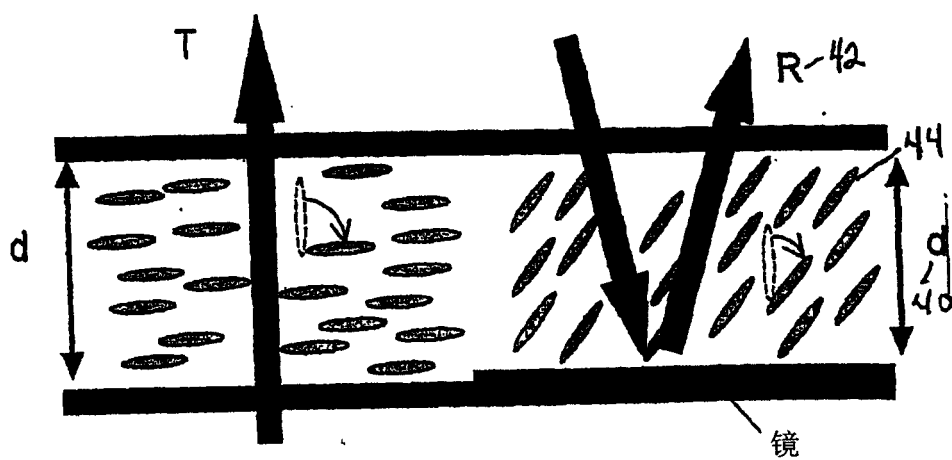


图 4

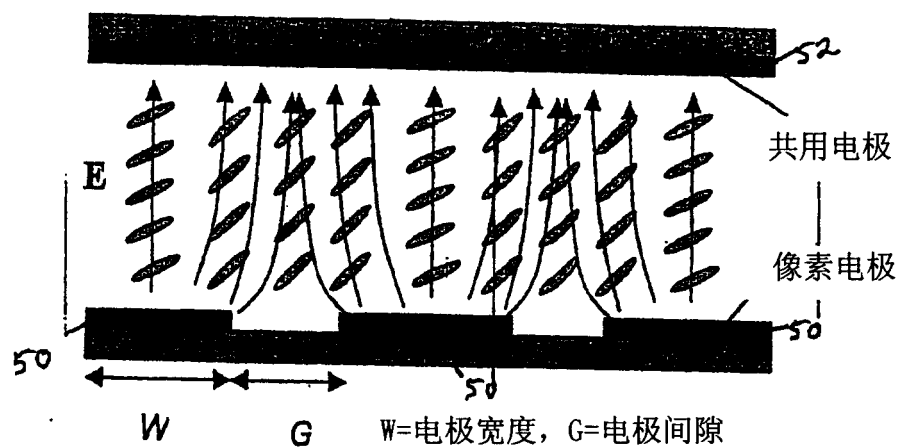


图 5

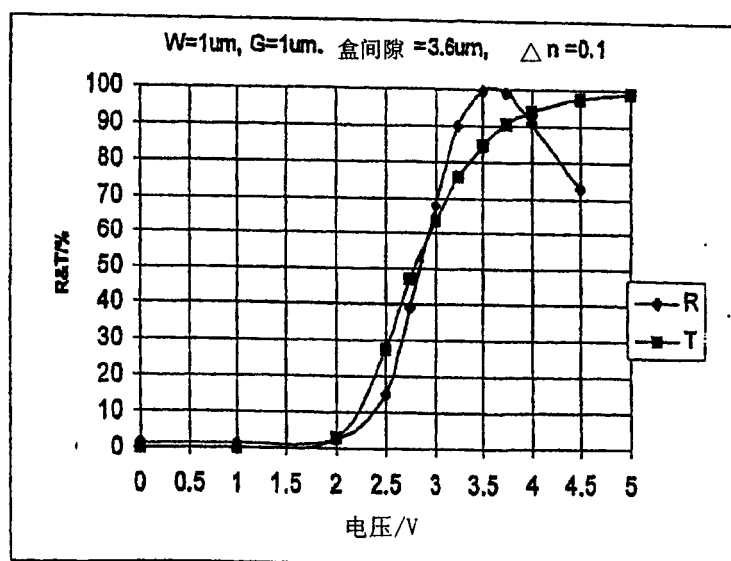


图 6

专利名称(译)	具有部分转变的半透反射式液晶显示器		
公开(公告)号	CN1672089A	公开(公告)日	2005-09-21
申请号	CN03815402.1	申请日	2003-04-29
[标]申请(专利权)人(译)	中佛罗里达大学 统宝光电股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	中佛罗里达大学 统宝光电股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	中佛罗里达大学 统宝光电股份有限公司		
[标]发明人	WK乔伊 S T吴		
发明人	W·K·乔伊 S· - T·吴		
IPC分类号	G02F1/13 G02F1/017 G02F1/1335 G02F1/1343 C09K19/02		
CPC分类号	G02F2001/134345 G02F1/1343 G02F1/01716 G02F2201/128 B82Y20/00 G02F1/133555		
代理人(译)	李家麟		
优先权	60/376670 2002-04-30 US		
其他公开文献	CN100386676C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种仅需要单盒间隙(40)的高反射和透射的半透反射式液晶显示器(TLCD)。代替减少反射(R)子像素区域的盒间隙,本发明减少反射像素(R)(42)的双折射变化 Δd ,从而R的总延迟变化 Δd 等于透射像素(T)的总延迟变化。这是通过部分转变像素约45度而实现的,其中在单盒间隙(40)的反射像素(R)区域(42)中将不连续电极产生的弥散场施加到盒间隙(40)的反射像素(R)区域(42)中的分子(44)上。

