

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/13363 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02816965.4

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100397177C

[22] 申请日 2002.7.15 [21] 申请号 02816965.4

[30] 优先权

[32] 2001.8.29 [33] EP [31] 01203255.3

[86] 国际申请 PCT/IB2002/002971 2002.7.15

[87] 国际公布 WO2003/019276 英 2003.3.6

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.27

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 S·J·鲁森达尔

J·A·M·M·范哈亚伦

[56] 参考文献

WO 00/17707 A2 2000.3.30

US 6211992 B1 2001.4.3

审查员 殷 玲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 梁 永

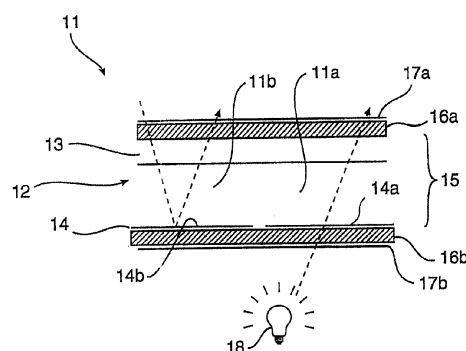
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

一种透射 - 反射液晶显示器中的配置

[57] 摘要

本发明涉及一种包括多个像素的透射 - 反射液晶显示器件(11, 21), 每个像素包括一个夹在前、后电极(13, 23; 14, 24)以及前、后偏振片(17a, 27a; 17b, 27b)之间的液晶层(12, 22)。该显示器件的特征在于, 在前偏振片(17a, 27a)和液晶层(12, 22)之间至少部分地配置了光学 $\lambda/4$ 层(16a, 26a), 该液晶层(12, 22)具有基本上在 $+80^\circ$ 到 100° 或 -80° 到 -100° 范围内, 如 90° , 的扭转角。本发明进一步涉及产生四分之一波长片的方法, 以便应用于上述液晶显示器中。



1. 一种包括多个象素的透射-反射液晶显示器件(11, 21), 每个象素包括一个夹在前、后电极(13, 23; 14, 24)以及前、后偏振片(17a, 27a; 17b, 27b)之间的液晶层(12, 22), 其中在前偏振片(17a, 27a)和液晶层(12, 22)之间至少部分地配置了光学 $\lambda/4$ 层(16a, 26a), 该液晶层(12, 22)具有基本上在 $+80^\circ$ 到 100° 或 -80° 到 -100° 范围内的扭转角, 其特征在于其中每个象素又被分别划分为反射的和透射的子-象素, 这样, 所说的光学 $\lambda/4$ 层基本上仅仅只覆盖反射子-象素。

2. 如权利要求1的液晶显示器件, 其中光学 $\lambda/4$ 层(16a, 26a)是一种宽带 $\lambda/4$ 层。

3. 如权利要求1或2的液晶显示器件, 其中后电极(14, 24)是一种基本上覆盖了象素整个面积、半透明的反射电极。

4. 产生图案 $\lambda/4$ 波片的方法, 包括以下步骤:

在底衬上沉积反应液晶层(16a),

敷涂掩膜, 覆盖相应显示器透射部分的显示器部分, 同时

将相应反射部分的部分暴露出来,

使反应液晶层进行光聚合, 通过掩膜清除未经反应的液晶材料。

5. 产生图案 $\lambda/4$ 波片的方法, 包括以下步骤:

在底衬上沉积反应液晶层(16a),

敷涂掩膜, 覆盖相应显示器透射部分的显示器部分, 同时

将相应反射部分的部分暴露出来,

将反应液晶层保持在第一温度下的同时, 对反应液晶层实施第一次光聚合曝光,

将反应液晶层保持在第二温度下的同时, 对反应液晶层实施第二次光聚合曝光,

这样, 上述两次光聚合曝光中的一次是通过敷涂在反应液晶层上的掩膜完成的。

6. 按照权利要求5的方法, 其中第一和第二温度是这样选择的: 使反应液晶层在第一温度下处于向列液晶相, 而第二温度要高于所述液晶材料清亮点的温度。

7. 一种产生图案 $\lambda/4$ 波片的方法, 包括以下步骤:

在底衬上沉积反应液晶层(16a),

配备形成图案的取向层以选择性地改变所述反应液晶层材料的取向，使得在所述反应液晶层材料的光-聚合之后，反射子-像素被提供有光学 $\lambda/4$ 功能，而透射子-像素没有光学 $\lambda/4$ 功能。

8. 按照权利要求7的方法，其中形成图案的取向层是利用光对准产生的。

一种透射-反射液晶显示器中的配置

技术领域

本发明涉及一种包括多个象素的透射-反射液晶显示器件，每个象素包括一种夹在前、后电极以及前、后偏振片之间的液晶层。

本发明还涉及一种用在上述显示器中，产生一种图案 $\lambda/4$ （四分之一波长）波片的方法。

背景技术

液晶显示器，或简称作 LCD，由于其功率消耗小，可靠性高并且价格低廉，所以在移动应用，如 PDA，笔记本电脑和蜂窝电话的显示器中已经成为了标准的显示选择。但是，当今普通应用的 LCD 有些缺点，它们一般表现出亮度低，色彩不丰满，视角有限而且/或者对比度低。因此人们希望一些已改进的器件，例如现有的矩阵式反射和透射的 LCD 能迅速占领移动应用的市场。反射 LCD 特别适合于室外直接在阳光下应用。与透射显示器相比，其对比度相对较低，在照明条件弱时，这种显示器的亮度低。另一方面，透射 LCD 的对比度好，但是直接在阳光照明的条件下，它们实际上是不能读的。还有，透射显示器利用的是背后照明，使得功率消耗增加。

所以，需要一种在所有光线环境下都具有良好显示性能的显示器。一个解决方法是利用所谓的透射-反射 LCD，它可以同时在透射和反射两种模式下应用。为适合光的条件，既可以用手动，也可以采用光二极管或类似的元件自动对背后照明的强度进行调节。本发明涉及在一种透射-反射液晶显示器中的配置以及生产这种显示器的方法。

发明内容

本发明的目的是提供一种高效率的，而且视角关系改进了的透射-反射显示器。本发明进一步的目的是提供一种对显示器在亮态下有高透射率的透射-反射显示器。

这些和其它一些目的是利用按照本发明的液晶显示器件来达到的，其特征在于，光学 $\lambda/4$ 层至少部分地配置在所说的前偏振片和液晶层之间。该液晶层是一种具有扭转角基本上在 $+80^\circ$ 到 100° 或 -80° 到-

100° 范围内，例如 90° 扭转角的液晶层；其特征在于其中每个像素又被分别划分为反射的和透射的子-像素，这样，所说的光学 $\lambda/4$ 层基本上仅仅只覆盖反射子-像素。利用这种配置，可以得到一种具有高对比度反射模式的透射-反射显示器。与具有较低扭转角的现有技术的反射 LCD 器件相比，这样结构器件的反射/透射-电压曲线比较陡峭，从而可以降低列驱动器上的扫描电压，因此也就降低了该发明显示器的功率消耗。另外，在透射模式下它对象素单元间隙的变异较不敏感。光学 $\lambda/4$ 层优选地是一种宽带 $\lambda/4$ 层，提供的显示器具有的更好的全暗态，有改进的对比度以及增加了的亮度。

按照本发明，所说的光学 $\lambda/4$ 层基本上仅仅只覆盖反射子-像素，从而形成一种图案 $\lambda/4$ 波片。这种显示器的透射率相对要高。优选透射子-像素的像素单元间隙基本上大于对应的反射子-像素的像素单元间隙。透射-反射子-像素的像素单元间隙可以比反射子-像素的像素单元间隙大，比如大 1.5-2.5 倍，优选大 2 倍左右。由此，显示器背后照明的效率可以得到进一步改善，因为透射子-像素的像素单元间隙越大，会使得输出的偏振光偏振态的椭圆率越小，从而使透射率得到提高。

按照本发明的第二个实施方案，后电极是一种半透明的反射电极，基本上覆盖了整个像素区，借助添加一些标准元件这一点是容易实现的。

本发明还提供了一种产生图案 $\lambda/4$ 波片的方法，包括以下步骤：在底衬上沉积反应液晶层，配备形成图案的取向层以选择性地改变所述反应液晶层材料的取向，使得在所述反应液晶层材料的光-聚合之后，反射子-像素被提供有光学 $\lambda/4$ 功能，而透射子-像素没有光学 $\lambda/4$ 功能。

其中形成图案的取向层是利用光对准产生的。

在上述显示器中，采用三种不同方法来产生图案 $\lambda/4$ 波片，可以部分达到以上所述的目的。

按照第一个实施方案，方法包括以下步骤：在底衬上沉积反应液晶层，敷涂掩膜，将相应显示器透射部分的显示器部分覆盖，同时把相应反射部分的显示器部分暴露出来，并对上述反应液晶层进行光聚合，再通过掩膜，清除未经反应的液晶材料。这个方法的优点在于能够在单一温度下进行处理，既减少处理时间，又降低对设备的投资。

按照第二个实施方案，方法包括以下步骤：在底衬上沉积反应液晶

层，敷涂掩膜，将相应显示器透射部分的显示器部分覆盖，同时把对应反射部分的显示器部分暴露出来，将反应液晶层保持在第一温度下，对反应液晶层实施第一次光聚合曝光，再将反应液晶层保持在第二温度下，对反应液晶层实施第二次光聚合曝光，这样，其中的一次光聚合曝光是通过敷涂在反应液晶层上的掩膜完成的。这个方法的优点在于，不需要把第一实施方案所描述的光聚合处理中没有参加反应的透射子-像素上面的 LC 材料清除。第一和第二温度是这样优选的：要使反应液晶层在第一温度下处于向列液晶相，而第二温度要高于液晶材料清亮点的温度。

按照第三个实施方案，方法包括以下步骤：在底衬上沉积反应液晶层，并按照所要求的图案 $\lambda/4$ 波片，配备形成图案的取向层。透射子-像素上的 $\lambda/4$ 波片的取向或者与偏振片的透射轴适当平行，或者与其吸收轴适当平行。优选地，借助光排列来生成这种形成图案的取向层。这个方法的优点在于这样的光排列相当简单，而且是已成功校验的方法。另外，在反应 LC 材料的聚合处理中不需要掩膜。

现在参考附随的草图，对本发明当前优选的实施方案进行更加详细地描述。

附图说明

图 1 是具有子-像素的透射-反射显示器的单个像素的横截面示意图。

图 2 是具有半-透射镜的透射-反射显示器的单个像素的横截面示意图。

图 3 表示显示器观察面上方向矢，液晶单元后面的方向矢，四分之一波长片的光轴以及显示器上入射光的偏振的相对取向。

图 4 表示按照本发明，透射-反射显示器的反射和透射随电压变化的理论计算曲线。

图 5 表示按照本发明在 $m=0$ 时，透射-反射显示器的反射部分对比度的角度关系。

图 6 表示按照本发明在 $m=1$ 时，透射-反射显示器的反射部分对比度的角度关系。

图 7 表示按照本发明，在采用非四分之一波长片的解决方法时，透射-反射显示器的透射部分对比度的角度关系。

图 8 表示按照本发明, 在采用双四分之一波长片的解决方法时, 透射-反射显示器的透射部分对比度的角度关系。

具体实施方式

图 1 和图 2 表示了按照本发明的第一和第二实施方案, 透射-反射液晶显示器的配置。透射-反射显示器件是一种可以用反射模式和/或透射模式驱动的显示器。按照图 1 或图 2, 显示器 11, 21 包括液晶层 12, 22, 在本实施方案中, 是一种扭转向列液晶层, 被夹在透明的前电极 13, 23 和后电极 14, 24 之间。另外, 就所知的方法本身, 取向层 (图中未示) 配置在电极 13, 23; 14, 24 上面, 以便使液晶材料层 12, 22 的取向, 扭转角和预-倾斜角均衡。显示器 11, 21 被细分为多个像素, 图 1 和图 2 就是这样一种像素的示意图。

在如图 1 所示的第一实施方案中, 每个像素被细分为面积不一定相同的第一子-像素和第二子-像素, 分别为 11a, 11b, 第一子-像素 11a 可被指定为透射子-像素, 而第二子-像素 11b 可被指定为反射子-像素。每个第一子-像素 11a 包括第一个透明的, 例如由 ITO 制造的后电极 14a, 而每个第二子-像素包括与, 例如铝箔或类似的反射器结合的第二个后电极 14b。因此第一电极 11a 确定了透射的像素部分, 而第二电极 11b 确定了反射的像素部分。这样, 液晶层 12 和电极 13, 14 共同构成了液晶单元 15。

此外, 液晶单元夹在前光学波片 16a 和选择使用的后光学波片 16b 之间。前光学波片 16a 是一种四分之一波长片, 基本上用于反射子-像素, 而后光学波片是为了显示器在暗态时用于透射子-像素, 为消除前光学波片 16b 的功能而配置的。按照优选的实施方案 (未表示) 前光学波片 16a 是一种宽带四分之一波长片, 基本上包括四分之一波长和半波长延迟片, 因而提供的显示器具有的更好的全暗状态, 改进的对比度以及增加的亮度。再有, 在器件的观察面上配置了前偏振片 17a, 在背面配置了后偏振片 17b 和背后照明板 18, 如图 1 所示。

按照本发明显示器件的第二实施方案如图 2 所示。这个案例中, 每个像素包括夹在透明前电极 23 和半透明反射后电极 24 之间的液晶层 22。例如, 上述半透明反射后电极 24 可以包括一种金属反射器, 它要足够薄, 以便能够透过一定部分的入射光。这样, 该液晶层和电极共同构成了液晶单元 25。按照本发明, 该单元夹在前光学波片 26a 和后光学波

片 26b 之间。然后把这个结构放置在两个偏振片，即前偏振片 27a 和后偏振片 27b 之间，并将背后照明板 28 配置在显示器件的背面。

如上所述，前、后光学波片 16a, 26a; 16b, 26b 配置在液晶单元 15, 25 相对的两个面上。为使显示器件获得高对比度的反射模式，显示器暗态的透射和反射必须与光的波长无关，或近似无关。显示器的反射由参数 P 来决定：

$$P = d\Delta n / \lambda \quad (1)$$

这里，d 是液晶层，以及任何薄膜的总厚度， Δn 是液晶材料的折射率各向异性， λ 是入射光波长。已经知道，假如在电极上加上电压，如果发生结构的暗态时，单元上的施加电场与液晶层 12, 22 的方向矢平行，则单元与波长的关系将会减弱。所以，在高电场下具有暗态的光学模式给出的对比度要好于在某个电压下反射/电压曲线通过最小值的光学模式。在前偏振片和液晶层之间，根据情况，配置四分之一波长片或宽带四分之一波长片，就有可能获得这样的光学模式。

再有，为降低列驱动器上的扫描电压，使得显示器的功率消耗也降低，就需要陡峭的反射/电压曲线。增大液晶材料的扭转角可以达到这个结果。但是，在高对比度的情况下，扭转角越大，视角区域就越小。另外，当偏振片垂直放置时，透射显示器的对比度将处于最大值。因此，优选具有 $\pm 90^\circ$ 扭转角的光学模式。图 3 用示意图表示出显示器观察面上方向矢，单元后面的方向矢，四分之一波长延迟片的光轴以及入射光在显示器上的偏振的相对取向。

对于 $\pi/2$ 和 π 之间的液晶扭转角，当四分之一波长片慢轴的角度 γ ，相对观察面方向矢 ψ 用公式 (2) 表示时，处于未驱动态的显示器可以获得最高的亮度，公式 (2) 为：

$$\gamma = -\arccos\left(-\sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{1 - \cos(4\psi)}}{2\sqrt{2}}}\right) + m\frac{\pi}{2} \quad (2)$$

这里 m 是一个任意整数。

此外，当扭转角 ϕ 用公式 (3) 表示时，处于非-编址态的亮度达到最大，公式 (3) 为：

$$\frac{\phi}{\pi} = \frac{1}{2} + \frac{\arcsin(\sin(2\psi)) \csc(\psi) \sec(\psi) \sqrt{\sin(2\psi)^2}}{2\pi} \quad (3)$$

由以上得到, 对于 $\psi=0$ 和 $\psi=\pm\pi/2$, $\phi=\pi/2$ 。这些模式在 $d\Delta n/\lambda=0.44$ 时给出的反射最强。这样, 将液晶层的扭转角和象素单元间隙进行一定的结合, 就有可能得到处于亮态时高亮度的显示器。

基本上有两个不同的办法来得到高电压下的透射模式。

如上所述, 液晶层 12, 22 优选的扭转角为 $\pm 90^\circ$ 。为改善对比度以及在较大视角上的灰度变化比例, 可以 (基本上在 $80-100^\circ$ 之间) 进一步对扭转角进行细调。获得标准 90° 扭转向列透射单元 15 的一个简单办法是清除上述位于前面的四分之一波长片 16a, 并且在后面 17b 上增加一个与前偏振片垂直的偏振片。图 1 表示的这个实施方案要求利用图案四分之一波长片 16a, 因为四分之一波长片只是在每个象素的透射部分才被清除, 而剩下的反射部分并不改变。下面来描述获得这种波片的方法。

获得 90° 扭转向列透射单元的第二个办法是在液晶显示单元 25 的后面额外增加一个四分之一波长片 26b, 该波片的慢轴垂直于液晶显示单元前面四分之一波长片的轴。该单元也夹在横向偏振片 27a, 27b 之间。这个解决方法适用于图 2 所示的配置中, 从技术观点来看实现起来相当容易, 因为不需要对象素再进行细分就可以解决问题。

图 4 表示了对上述两种透射单元进行的比较。图中模拟画出了两种解决方法中反射和透射随施加电压的变化。计算是对于扭转向列模式进行的, 其中 $\psi=\pi/2$, $\phi=\pi/2$ 和 $\beta=0$, 如图 3 所示。在反射和透射两种模式下, 照明都是标准的白光。并为标准观察器对曲线进行了修正。画出的数值并不取决于方程 2 中的 m 值。图 4 显然表明, 第二个解决方法, 即上述增加第二个四分之一波长片的方案, 在亮态下的透射较低。这表明, 为了得到与第一解决方法中显示器相同的亮度, 需要增加背后照明的强度。因此, 第一解决方法提供的液晶显示器的功率消耗较低。

另外, 图 5 和图 6 分别表示在方程 2 中 $m=0$ 和 $m=1$ 时, 反射模式对比度的角度关系。从图 5 可以看到, 在 $m=1$, 即四分之一波长片的慢轴与中间-平面方向矢垂直时, 视角看起来要稍好些。

图 7 和图 8 表示了透射模式对比度的角度关系。对于上述两个解决方法，对比度都和 m 无关。从图 7 和图 8 可以看出，图 7 所示的具有图案四分之一波长片的第一方案的视角要优越得多，即，透射光在通向观察器的途径上，不通过任何四分之一波长片。

因此，如上所示，虽然获得图案四分之一波长片比较困难，而且这个解决方法又局限于具有子-像素的透射显示器，但是能在效率和视角关系方面得到大的增益。

图案四分之一波长片可以利用反应液晶材料的光-聚合来制造。这类材料的取向由规则排列聚合物薄膜来产生；类似于使液晶层得到取向的方法。按照本发明，建议从反应液晶材料薄膜开始，要求这些材料具有平面取向，厚度相应于 $d\Delta n = \lambda/4$ 延迟。这使得反射液晶层在所希望的位置，即，在反射子-像素内，能具备四分之一波长延迟片的功能。

为了在显示器的透射部分，即，在透射子-像素上不产生四分之一波长延迟片的功能，按照本发明，有三种局部修改上述层面的方法。

下面将描述第一个方法。所说的反应液晶材料层沉积在底衬上。然后，按照所希望的图案在反应 LC 层上敷涂掩膜，通过该掩膜进行光-聚合，此后，要局部清除未反应的液晶材料，以便在显示器上不希望有四分之一波长功能的部分，即，在显示器的透射部分，取得 $d=0$ 。

下面将描述第二个方法。所说的反应液晶材料层沉积在底衬上。然后，对层面进行两次光-聚合曝光。一次曝光是用本方法所介绍的掩膜进行的。此外，液晶材料的第一次曝光要保持在一温度之下，在这种温度下，反应液晶材料处于向列液晶相位，而第二次曝光是在温度高于液晶材料清亮点的情况下进行的。通过这个途径，反应液晶层在双折射 $\Delta n \approx 0.1$ 和 $\Delta n = 0$ 的区域取得图案。

下面将描述第三个方法。这里，液晶材料的取向可以有选择地进行改变。需要有四分之一波长片单元的部分，其平面取向在偏振片的透射轴和延迟片之间 45° 角上。不该取得四分之一波长功能的部分或者是同回归线取向或者是平面取向，后者取向平行于偏振片的透射轴或平行于偏振片的吸收轴。利用，例如由光排列生成的形成图案的取向层可以达到这个结果。

为进一步得到最优化的显示器，可对上面的方法进行变更，方法是，在不该具有四分之一波长片功能的像素的透射部分中，在其延迟片部分

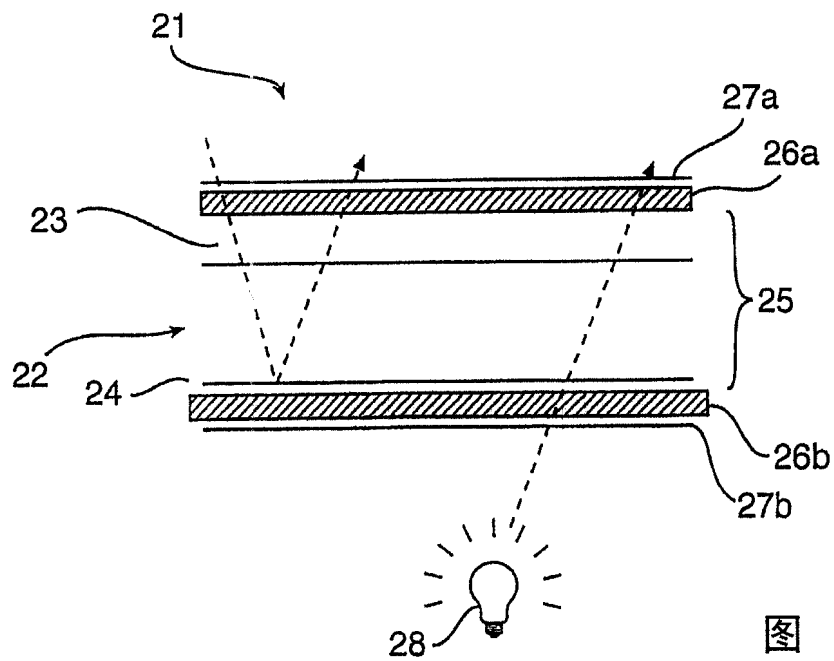
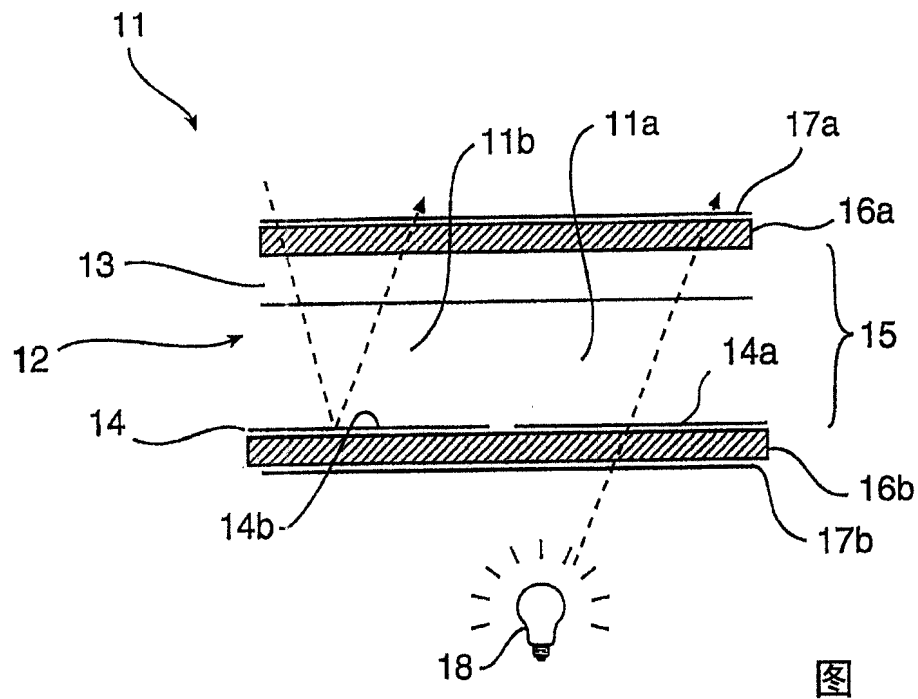
允许一些双折射。要得到这个结果，可以，例如将层面中的这些部分的取向定在不严格平行于偏振片的一个主轴方向，或者把液晶层局部的双折射减小到一个小的，但是不为零的数值。

利用上述结构和方法，可以生产一种具有单一像素单元间隙的透射-反射液晶显示器，即，透射和反射子-像素具有相等的像素单元间隙和单一的排列层。这使得透射-反射显示器的制造可以与当今应用的多种LCD技术相比，并可与之兼容。例如，该结构排除了光对准的应用。再有，由于透射和反射与光的波长无关，所以本发明显示器结构具备的对比度高。

采用图案 $\lambda/4$ 波片的解决方法与另一种采用两个分离的 $\lambda/4$ 波片的解决方法相比，前者的背后照明效率高，视角特性好。如图6所示， $m=1$ 给出的性能最好，为了保证水平方向的视角大，这个解决方法采用图案波片和 $\beta=\pi/4$ 。

所以，本文提出的是单一间隙，具有扭转角 90° 的透射-反射显示器。显示器可以用反射的和透射的子-像素配备。这种透射-反射显示器可以同时以两种模式运作，因而大大提高了显示器的可用性。根据情况，在偏振片和液晶层之间置入 $\lambda/4$ 波片或者宽带 $\lambda/4$ 波片，在显示器的观察面上，就可以利用 90° 扭转向列层。

应该注意到，上述显示器的反射模式基本上在仅具有前偏振片，并利用反射后电极作镜子时便可发挥功能。在其它现有技术的透射-反射显示器中，反射器位于液晶单元的外面，而且在显示器的透射和反射模式中都采用后偏振片。



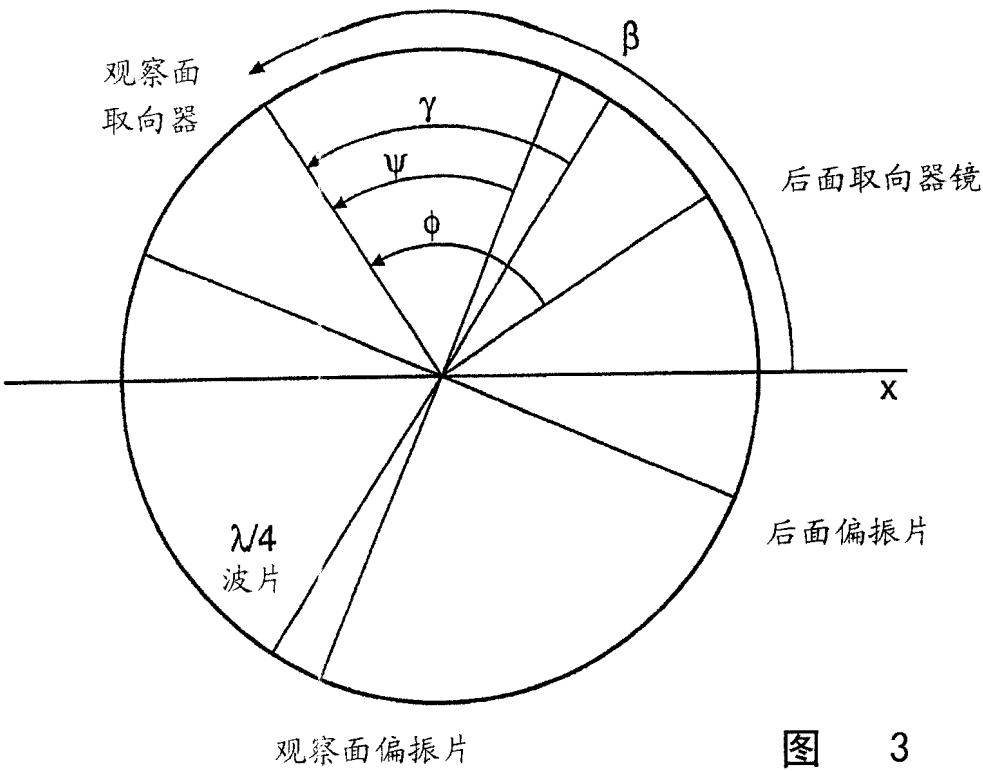


图 3

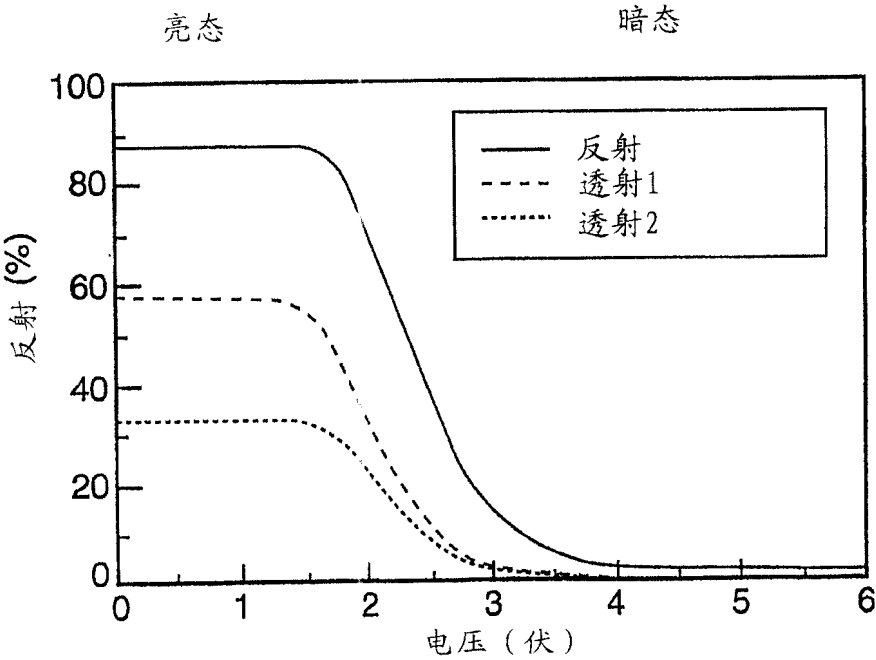


图 4

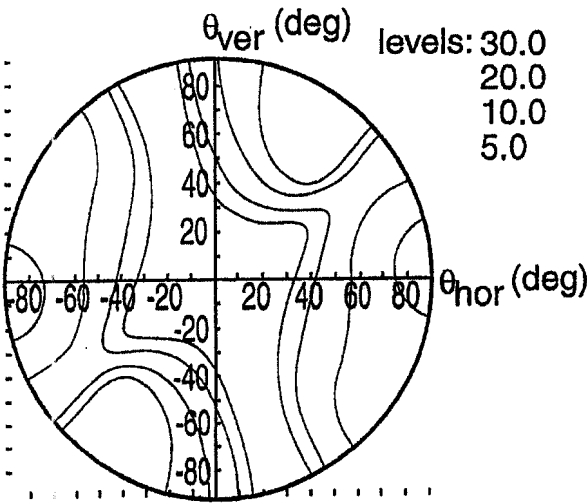


图 5

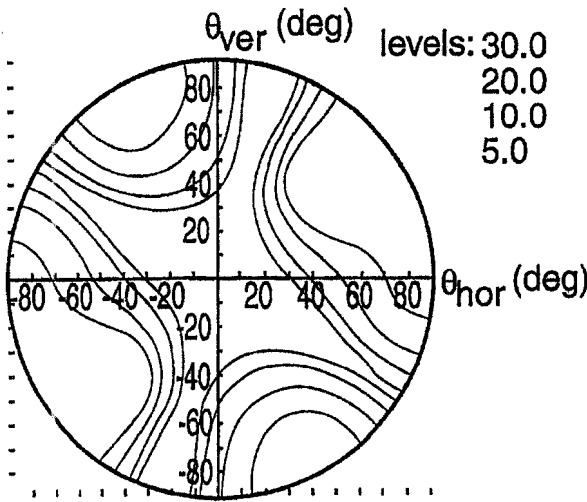


图 6

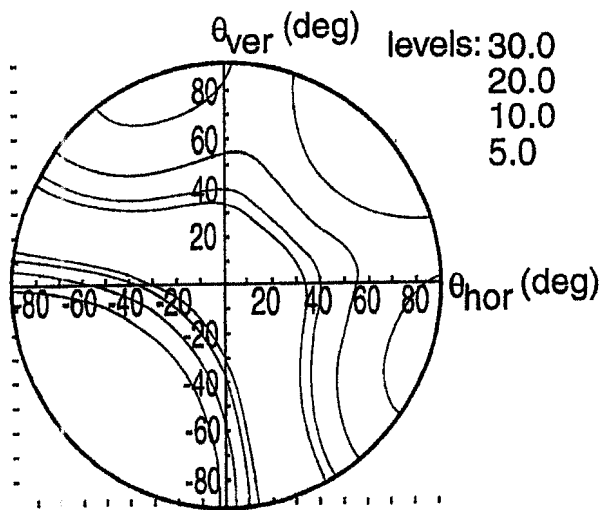


图 7

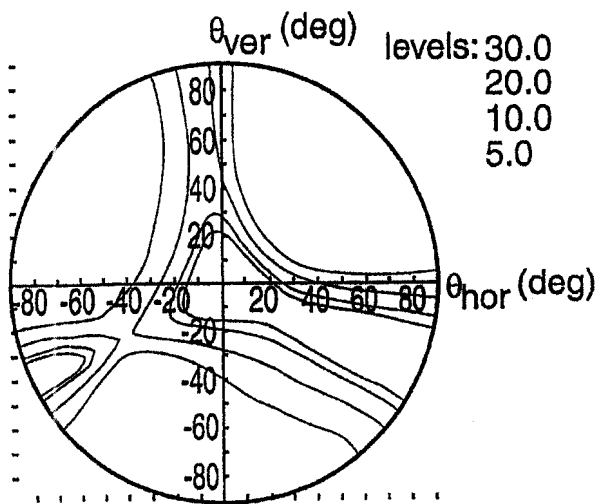


图 8

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种透射 - 反射液晶显示器中的配置 | | |
| 公开(公告)号 | CN100397177C | 公开(公告)日 | 2008-06-25 |
| 申请号 | CN02816965.4 | 申请日 | 2002-07-15 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 皇家飞利浦电子股份有限公司 | | |
| [标]发明人 | SJ鲁森达尔 | | |
| 发明人 | S·J·鲁森达尔 J·A·M·M·范哈亚伦 | | |
| IPC分类号 | G02F1/1335 G02F1/13363 | | |
| CPC分类号 | G02F2413/09 G02F1/133555 G02F2001/133638 | | |
| 代理人(译) | 吴立明 梁永 | | |
| 审查员(译) | 殷玲 | | |
| 优先权 | 2001203255 2001-08-29 EP | | |
| 其他公开文献 | CN1549950A | | |
| 外部链接 | Espacenet SIPO | | |

摘要(译)

本发明涉及一种包括多个像素的透射-反射液晶显示器件(11, 21), 每个像素包括一个夹在前、后电极(13, 23; 14, 24)以及前、后偏振片(17a, 27a; 17b, 27b)之间的液晶层(12, 22)。该显示器件的特征在于, 在前偏振片(17a, 27a)和液晶层(12, 22)之间至少部分地配置了光学 $\lambda/4$ 层(16a, 26a), 该液晶层(12, 22)具有基本上在 $+80^\circ$ 到 100° 或 -80° 到 -100° 范围内, 如 90° , 的扭转角。本发明进一步涉及产生四分之一波长片的方法, 以便应用于上述液晶显示器中。

