



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01809348.5

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1221846C

[22] 申请日 2001.5.11 [21] 申请号 01809348.5

[30] 优先权

[32] 2000. 5. 12 [33] FR [31] 00/06105

[86] 国际申请 PCT/FR2001/001427 2001. 5. 11

[87] 国际公布 WO2001/086345 法 2001. 11. 15

[85] 进入国家阶段日期 2002. 11. 12

[71] 专利权人 内莫普蒂克公司

地址 法国马尼-莱斯-阿麦克斯

[72] 发明人 I·N·多佐夫

P·R·马蒂诺-拉加德

D·N·斯托埃内斯库

审查员 刘 冀

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

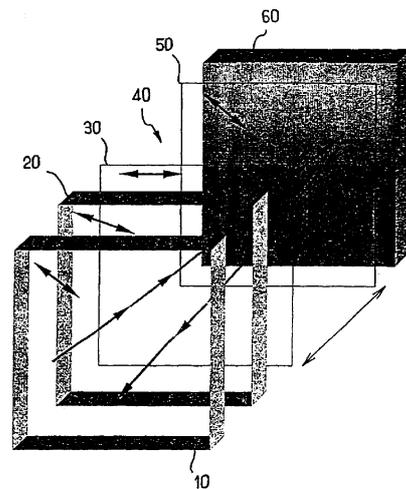
代理人 程 伟 王 初

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 14 页

[54] 发明名称 具有反转对比度、用于反射型显示的双稳态装置

[57] 摘要

本发明涉及一种双稳态装置，包括一种液晶材料；对液晶进行取向以便形成两种稳定或亚稳定结构的排列装置；用于施加电信号，能在两种结构之间进行切换的装置；一与该装置的前表面相连、设置在该装置的内部或外部的偏振片(10)；一镜面反射或漫反射元件，设置在液晶的后表面上、该装置的内部或外部，使光两次通过该装置，并且朝向观察者或朝向附加光学元件返回；以及一补偿板(20)，设置在偏振片与反射元件之间，具有接近于 $\lambda_0/4$ 的光学延迟 $d_c \cdot \Delta n_c$ 。



1. 一种反射型双稳态显示装置，其特征在于：包括
- 5 a) 一种包含在两个平行基板（30，50）之间的液晶材料（40），这两个平行基板在其相对的内表面上具有电极，向所述液晶施加电压，至少前基板（30）和前电极是透光的；
- b) 电极上的取向层或处理层，其对液晶进行取向，能够在没有场时交替地形成两种不同的稳定或亚稳定结构，其中一种结构为非扭曲的，或者发生总角度在 $-90^\circ$ 至 $+90^\circ$ 范围内的扭曲，另一种可能结构表现
- 10 出向左或向右的附加扭曲，角度必须为 $180^\circ$ 的整数倍；
- c) 以这样一种方式选择液晶层（40）的厚度  $d$ ：使乘积  $d \cdot \Delta n$  接近于  $\lambda_0/4$ ，其中  $\lambda_0$  为该显示器工作谱带的中心波长， $\Delta n$  为对于所述波长液晶的双折射；
- d) 用于向液晶施加电信号的装置，使液晶能够在所述两种不同结构
- 15 之间切换，并且在去除场之后，保持为其中一种或另一种结构；
- e) 一与该装置的前表面相连、设置在该装置的内部或外部的偏振片（10）；
- f) 一设置在液晶后表面、该装置的内部或外部的镜面或漫射反射元件（60），使光能两次通过该装置，并且朝向观察者返回；以及
- 20 g) 一设置在偏振片与反射元件之间的补偿板（20），该补偿板产生接近于  $\lambda_0/4$  的光学延迟  $d_c \cdot \Delta n_c$ ，其中  $d_c$  为其厚度， $\Delta n_c$  为其双折射。
2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该液晶材料（40）包括一种向列相液晶。
- 25 3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该液晶材料（40）包括一种胆甾或向列相液晶，通过掺入一种手性物质，使稳定或亚稳定结构中的一些结构的能量接近或相等。
- 30 4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：选择液晶、取向层和用于施加场的装置，使得通过打破锚定或者通过没有场时处为双稳定

或亚稳定的两种结构之间的传输缺陷，能够到场作用下实现切换，所述两种结构的总扭曲角之差必须接近于  $180^\circ$ 。

5 5. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：以这样一种方式选择液晶、取向层和用于施加场的装置，使得通过打破锚定，通过体积内连续的扭曲，或者通过没有场时为双稳定或亚稳定的两种结构之间的传输缺陷，能够到场作用下实现切换，并且这两种结构的总扭曲角之差必须接近于  $360^\circ$ 。

10 6. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）设置在偏振片（10）与前基板（30）之间。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）设置在后基板（50）与反射元件（60）之间。

15

8. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：补偿板（20）引入的光学延迟  $\Delta I$  处于  $0.15\lambda_0$  至  $0.35\lambda_0$  范围内，其中  $\lambda_0$  为工作谱带的中心波长。

20 9. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）的光轴相对偏振片（10）的光轴沿  $35^\circ$  至  $55^\circ$  范围内的角度取向。

10. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）的光轴相对偏振片（10）的光轴沿接近于  $45^\circ$  的角度取向。

25

11. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：液晶层（40）的光学延迟  $d \cdot \Delta n$  在  $0.15\lambda_0$  至  $0.35\lambda_0$  范围内，其中  $\lambda_0$  为工作谱带的中心波长。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于：液晶层（40）的光学延迟  $d \cdot \Delta n$  在  $0.20\lambda_0$  至  $0.32\lambda_0$  范围内。

30

13. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该偏振片（10）为线

偏振片或椭圆偏振片。

14. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：为了在相同基板上和在相同装置中形成多个独立像素，至少一个电极包括多个不同的段。

5

15. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：使用用来施加电场的装置形成独立像素。

16. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：独立像素排列成一无源矩阵。

10

17. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：独立像素排列成一有源矩阵。

18. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：偏振片（10）的起偏方向沿相对于该装置前表面上液晶的指向矢接近于  $45^\circ$  的角度取向。

15

19. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）的光轴相对偏振片（10）的起偏方向沿大体上  $45^\circ$  取向。

20

20. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：该补偿板（20）引入  $100\text{nm}$  至  $180\text{nm}$  范围内的光学延迟。

21. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：将偏振片（10）与补偿板（20）组合成单个元件形式，构成电偏振片。

25

22. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于：液晶材料（40）的厚度小于  $6\mu\text{m}$ 。

## 具有反转对比度、用于反射型显示的双稳态装置

### 技术领域

- 5 本发明涉及液晶显示装置领域。

### 背景技术

液晶常用于显示装置中。在构成本发明优选实施例的向列显示器中，使用例如，通过添加手性杂质而呈手性或手性化的向列液晶。通过取向层或施加给基板的处理而定义接近表面的液晶的取向。在10 没有场时，起到产生均匀或轻微扭曲的向列结构的作用。

过去提出和实现的大多数装置是单稳态的。在没有电场时，该装置仅体现出一种结构。该结构相当于单元总能量的绝对最小值。在场作用下，该结构连续扭曲，其光学性质作为所施加电压的函数而变化。15 在断开电场时，向列返回其单稳态结构。

另一类向列显示器为双稳态、多稳态或亚稳态向列显示器。在这种情况下，使用表面上相同锚定（anchoring），在没有场时在单元中能实现至少两种不同的稳定或亚稳定结构。术语“双稳态”或“多稳态”一般用于说明具有相同能量或能量非常接近的两种状态，在没有外部20 命令时能基本上无限期地保持下去。相反，术语“亚稳态”用于能级稍微不同，并且在一较长弛豫时间之后容易发生切换的状态。通过施加适当的电信号，实现两个状态之间的切换。一旦已经写入一种状态，由于晶体的双稳（或亚稳）性，在没有场时会保存这种状态。对于大多数应用而言，双稳态显示器的这种存储能力极具吸引力。首先，使25 图像能以慢速度进行刷新，这对于减小便携式装置的能耗极为有利。其次，在快速装置（例如电视）中，存储使非常高的复用率成为可能，从而使电视机能高分辨率地显示。

图1中示意性地表示出已知双稳态显示器一个典型例子[文献1]。在该种情形中，双稳结构中的一种（ $T_0$ ）为均匀的（或者，通常为轻微扭曲的），而另一种（ $T_{360}$ ）表示出 $\pm 360^\circ$ 的附加扭曲。选择该材料自30

发胆甾距  $p_0$ , 使  $p_0 \approx 2 \cdot d$  (其中  $d$  为液晶层的厚度), 以便使两个拓扑结构等价的状态  $T_0$  和  $T_{360}$  的能量相等。使用同样的锚定, 还可能形成与结构  $T_0$  和  $T_{360}$  拓扑不同的第三种结构  $T_{180}$ , 由于它更适合于材料的自发扭曲, 其能量较低。不过, 在没有场时,  $T_0$  和  $T_{360}$  保持稳定, 并且由于拓扑限制, 不能转变成  $T_{180}$ 。在强电场作用下, 获得基本为同向 (homeotropic) 的第四种结构, 除了板附近以外, 几乎在各个地方分子都垂直于基板。这种结构使得有可能在双稳态结构  $T_0$  和  $T_{360}$  之间切换。在控制信号结束时所施加的流体动力控制下, 选择特定的最终结构 (回流效应)。

图 2 中示意性地表示出已知双稳态显示器的另一个例子 [文献 2]。相差  $\pm 180^\circ$  扭曲的两种双稳定结构  $T_0$  (均匀或轻微扭曲的) 和  $T_{180}$  拓扑不相容。选择向列的自发间距  $p_0$ , 使之接近于单元厚度  $d$  的四倍, 即  $p_0 \approx 4 \cdot d$ , 以便使  $T_0$  和  $T_{180}$  的能量基本相等。在没有场时, 不存在任何较低能量的其它状态:  $T_0$  和  $T_{180}$  为真正的双稳态。在强场下, 获得基本同向的结构 (H), 至少打破锚定中的一种: 在该表面附近, 分子垂直于板。在控制脉冲结束时, 取决于靠近两个表面的分子运动之间的耦合是弹性还是流体, 单元朝向双稳态中的一种或另一种引导: 弹性耦合返回  $T_0$  态, 而流体耦合返回  $T_{180}$  态。

为了使信息能够显示在该装置上, 该结构必须具有不同的光学性质。大多数装置使用偏振光工作, 并使用附加光学元件: 偏振片, 滤波器, 补偿板等。根据该显示器的结构选择这些元件及其相对两个表面上锚定的取向, 以便使相应光学性质: 对比度、亮度、颜色、视角等最优化。

对于单稳态显示器, 必须对不同强度场下所产生整个连续状态进行优化, 因为在图像持续过程中显示这些状态。对于多种装置, 已经提出并实现了非常大量的光学几何结构, 考虑每种所述装置的特殊性质。对于每种显示器, 还取决于用于透射还是反射, 配置附加元件的结构。

上述两种类型的双稳态显示器的光学系统与单稳态装置显著不同。首先, 在图像持续的大多数时间内, 在显示器单元中仅存在两种结构: 相当于两种双稳定状态的结构。最佳结构必须使这两种状态之

间的对比度最大，同时使场作用下快速通过中间状态所导致的切换过程中的瞬时光学效应最小。另外，两种双稳结构之间的主要差别，即附加的  $180^\circ$  或  $360^\circ$  扭曲，不是可用于优化的参数：它由用于获得两种双稳定状态的物理机制产生。此外，双稳态切换需要强电场（接近于  
5 每微米 10 伏 ( $V/\mu\text{m}$ )）。从而，为了能够使用合理的电压进行控制，液晶层必须非常薄 ( $d \approx 2\mu\text{m}$  到  $3\mu\text{m}$ )，因此光学优化必须考虑这些要求。

直到现在，均在透射模式中考虑双稳态装置，透射模式是最初提出的模式。

不过，双稳态存储在反射模式中非常有用：工作于反射状态的双  
10 稳态显示器能非常长时间地保持和显示图像，不消耗任何能量，无论其本身的操作（它是双稳定的）还是对于照明而言（它不需要内部光源）都是如此。

近来，已经提出了具有  $360^\circ$  扭曲差的双稳态装置结构的某些特殊反射结构 [文献 3, 4 和 5]。它们使用平行于前基板上向列指向矢的单个偏振片。具有较小扭曲的状态  $T_0$  具有  $63.6^\circ$  [文献 3] 和  $-36^\circ$  [文献  
15 4] 的扭曲。在这两种情况下所确定的对比度，在白光下小于 10。

过去提出的反射式双稳态显示器的结构工作于“正常”对比度，即具有均匀或小扭曲的黑状态 ( $T_0$ )，以及高度扭曲的白状态 ( $T_{180}$  或  $T_{360}$ )。该易于实现的结构理论上能获得白光下大约 60 的对比度。遗憾  
20 的是，它对于厚度  $d$  以及  $T_0$  状态扭曲角  $\Delta\phi$  的变化非常敏感，由于技术原因，这两者的变化均是不可避免的。

## 发明内容

现在，本发明意在提出一种基于液晶的新型显示装置，表现出比  
25 已知装置更优的特性。

在本发明范围内，通过反射型双稳态显示装置来实现这个目的，该反射型双稳态显示装置的特征在于，包括：

a) 包含在两个平行基板之间的一种液晶材料，这两个平行基板在其相对的内表面上具有电极，向所述液晶施加电场，至少前基板和前  
30 电极是透光的；

b) 电极上的取向层或处理层，其对液晶进行取向，使得在没有场

时, 能够实现至少两种交替的不同稳定或亚稳定结构, 其中一种结构是非扭曲的, 或者扭曲总角度处于 $-90^{\circ}$ 至 $+90^{\circ}$ 范围内, 另一种可能结构表现出向左或向右的附加扭曲, 角度必须为 $180^{\circ}$ 的整数倍;

5 c) 以这样一种方式选择液晶层的厚度  $d$ , 使得乘积  $d \cdot \Delta n$  接近于  $\lambda_0/4$ , 其中 $\lambda_0$ 为该显示器工作谱带的中心波长,  $\Delta n$ 为对于所述波长, 液晶的双折射;

d) 用于将电信号施加给液晶的装置, 使之能在所述的两种不同结构之间切换, 并且在去除场之后, 能够保持为其中的一种或另一种状态;

10 e) 一与该装置的前表面相连的偏振片, 设置在该装置的内部或外部;

f) 一设置在液晶后表面、该装置的内部或外部的镜面或漫射反射元件, 使光能够两次通过该装置, 并朝向观察者或者朝向附加光学元件返回; 以及

15 g) 一设置在偏振片与反射元件之间的补偿板, 该补偿板产生接近于 $\lambda_0/4$ 的光学延迟  $d_c \cdot \Delta n_c$ 。

从而, 本发明所提出的反射型双稳态显示器具有若干优点。

使用与白色的  $T_0$  状态和黑色的高度扭曲的  $T_{180}$  或  $T_{360}$  状态“反转”的对比度。使用单个偏振片和一个补偿板, 引入接近于 $\lambda/4$ 的光学延迟, 20 有可能获得在白光下形成 50 至 60 对比度的结构。在没有降低光学质量的条件下, 该装置的优化还可能减小单元厚度, 从而使切换更快, 并减小切换所需的控制电压。由于对比度反转, 即是  $d$  和  $\Delta\phi$  有较大的变化, 该装置的光学性质也保持非常好。

本发明的其它特征:

25 一 该液晶材料包括向列相液晶或液晶混合物;

一 该液晶材料包括胆甾或向列相液晶或液晶混合物, 通过掺入手性物质, 使这些稳定或亚稳定结构中的某些结构的能量接近或相等;

一 选择液晶, 取向层和用于施加场的装置, 使得能够通过打破锚定, 或者通过没有场时为双稳定或亚稳定的两种状态之间的传播缺陷, 30 实现场作用下的切换, 所述两种结构中总扭曲角之差必须接近于 $180^{\circ}$ ;

一 以这样一种方式选择液晶、取向层和用于施加场的装置, 使得

能够通过打破锚定，通过体积内连续的扭曲，或者通过没有场时为双稳定或亚稳定的两种结构之间的传播缺陷，实现场作用下的切换，并且这两种结构的总扭曲角之差必须接近于  $360^\circ$ ；

- 补偿板设置在偏振片与液晶之间；
- 5      — 补偿板设置在液晶与反射元件之间；
- 补偿板引入  $0.15\lambda_0$  至  $0.35\lambda_0$  范围内的光学延迟  $\Delta l$ ，其中  $\lambda_0$  为工作谱带的中心波长；
- 补偿板相对偏振片在  $35^\circ$  至  $55^\circ$  范围内的角度处取向；
- 补偿板相对偏振片在接近于  $45^\circ$  角度处取向；
- 10     — 液晶层的光学延迟  $d \cdot \Delta n$  在  $0.15\lambda_0$  至  $0.35\lambda_0$  范围内，最好在  $0.20\lambda_0$  至  $0.32\lambda_0$  范围内，其中  $\lambda_0$  为工作谱带的中心波长；
- 该偏振片为线偏振或椭圆偏振片；
- 至少其中一个电极包含多个不同的段，以便能在相同的基板上和相同装置中实现多个独立像素；
- 15     — 使用用来施加场的独立装置形成独立像素；
- 独立像素排列成多重无源矩阵；
- 独立像素排列成多重有源矩阵；
- 偏振片相对该装置前表面上液晶的指向矢在接近于  $45^\circ$  角度处取向；
- 20     — 以这样一种方式对低扭曲状态结构的扭曲角，第二双稳定状态的附加扭曲  $\pm m\pi$ （其中  $m$  为整数），偏振片相对前表面上液晶排列的取向，设置于两个基板之间的液晶材料的厚度，以及液晶的双折射进行优化，以便获得最佳光学性质，尤其是对比度、亮度和颜色；
- 补偿板的光轴相对偏振片大体上为  $45^\circ$  取向；
- 25     — 补偿板引入的光学延迟处于 100 纳米 (nm) 至 180nm 范围内；
- 将偏振片与补偿板组合成单个单元的形式，构成一个电偏振片；
- 以及
- 液晶材料的厚度小于  $6\mu\text{m}$ 。

### 30 附图说明

通过阅读下面的详细描述，并且从作为非限定例子的附图，可以

看出本发明的其他特征、目的和优点，其中：

图 1，如上所述，表示出构成现有技术状态第一实施例的显示器中所能获得的三种状态；

图 2，如上所述，表示出构成现有技术状态第二实施例的显示器中  
5 所能获得的三种状态；

图 3 为根据本发明的单元的示意性透视图，表示通过该装置的往返光路；

图 4 为类似的视图，表示出偏振片和补偿板的取向，以及液晶任一侧基板上的排列方向；

10 图 5 和 6 表示对根据本发明的装置进行优化所涉及的公式的不同解，如下面所解释的；

图 7 和 8 表示两种双稳态结构的反射率变化；

图 9 和 10 表示两种双稳态结构的反射率；

图 11 表示以  $\lambda_0/\lambda$  为函数计算出的具有反转对比度的两种双稳定状  
15 态的反射率；

图 12 表示对于具有反转对比度的装置所计算出的，以光学厚度  $d \cdot \Delta n$  为函数的白光标准光源下的对比度；

图 13 表示本发明所提出的装置，以液晶的厚度  $d$  为函数的色度图；  
以及

20 图 14 表示根据本发明，补偿板的不同配置。

### 具体实施方式

对于其它反射型显示器，可以使双稳态装置为多种结构，具有一个或两个偏振片，一个或两个补偿板等。在本发明中，该装置具有设置  
25 在装置前表面光路上的单个偏振片。这种结构具有使亮度最大化的重要优点，因为它使可能存在的第二偏振片所导致的光损耗最小。

如图 3 所示，本发明的装置包括一设置在两个基板 30、50 之间、厚度为  $d$  的液晶层 40，最好为向列液晶；一处于前表面的偏振片 10；一处于液晶 40 后表面的反射镜 60；和一补偿板 20。

30 补偿板 20 设置在偏振片 10 与反射镜 60 之间。在图 3 所示的特定实施例中，补偿板 20 设置在前基板 30 的前面。

补偿板 20 的光轴相对偏振片 10 取向为 $\approx 45^\circ$ 。光单次通过补偿板 20 所引入的光路长度差为  $d_c \Delta n_c$ ，其中  $d_c$  为其厚度， $\Delta n_c$  为其双折射（正的或负的）。用  $\delta = 2\pi d_c \Delta n_c / \lambda$  定义相应的角相移，其中  $\lambda$  为光波长。

在图 4 中，偏振片 10 的取向表示为参数 12，补偿板 20 的取向表示为参数 22，并且将两个基板 30 和 50 每一个上的排列方向分别定义为参数 32 和 52。

在本发明范围内，选择  $\delta$  近似等于  $90^\circ$ （即  $\pi/2$  弧度），并且为了优化，有可能改变限定该显示器光学特性的所有参数：低扭曲状态的扭曲角  $\Delta\phi_0$ （ $|\Delta\phi_0| \leq 180^\circ$ ）；第二种双稳定状态的附加扭曲  $\pm m\pi$ （其中  $m$  为整数）；偏振片相对前表面上液晶的取向  $P$ （ $-90^\circ \leq P \leq 90^\circ$ ）；厚度  $d$ ；和液晶的双折射  $\Delta n$ 。

以这样一种方式选择这些参数，以便获得该装置的最佳光学性能，尤其是对比度、亮度、颜色等。

双稳态显示器的一个特殊特征是，大多数时间仅表现两种状态，从而仅需要对这两种双稳定状态进行光学优化。

通常表明，不管偏振片 10 的取向  $P$ ，有多个解给出最佳光学性能。在这些解之间进行选择，有可能在没有降低光学质量的条件下，例如通过减小层 40 的厚度  $d$ ，也能优化液晶的切换。

双稳态装置要求所施加的电场  $E$  较强，接近于  $10\text{V}/\mu\text{m}$ 。从而与传统显示器相比，控制电压  $U = d \cdot E$  相当高。厚度的减小使得能将  $U$  减小相同倍数。

小  $d$  还缩短了与  $d^2$  成正比的切换之后的光学弛豫时间，这是有利的，这对于快速应用，例如对于显示视频而言尤为重要。

最后，在控制脉冲结束时剪切流动的控制下切换双稳态向列。使液晶具有较小的厚度，增大了不同液流之间的流体动力耦合，从而对显示器进行更为有效的控制。

本领域技术人员将理解到本发明给出的最优结构的重要性：使之有可能同时改善光学质量，速度，控制电压和装置在双稳定状态之间的切换。

为了理解  $|\delta| \approx 90^\circ$  情形的重要性，必须首先定性地分析没有补偿板

时两种双稳定结构的光学性质。弱扭曲结构  $T_0$  在光学上接近于相对偏振片取向为  $45^\circ$  的双折射板，并且光学延迟  $d \cdot \Delta n \approx \lambda/4$ 。从而，一个线偏振片与一个  $\lambda/4$  板（即液晶）的组合形成一圆偏振片。在反射型时，圆偏振光到达反射镜，改变其旋转的符号，在其第二次通过时，被圆偏振片阻挡，从而在反射时低扭曲态表现为黑色。高扭曲态 ( $\Delta\phi \pm m\pi$ ) 在光学上近似为各向同性，到达反射镜的光基本上为线偏振光（或非常小程度的椭圆偏振）。在反射和第二次通过液晶之后，光未损失地离开偏振片，从而获得淡色状态。

当在弱扭曲状态上施加一一  $\lambda/4$  补偿板时（补偿板的慢轴垂直于液晶的慢轴），总的双折射为零，该状态为淡色。相反，由于高扭曲状态的双折射可忽略，当存在  $\lambda/4$  补偿板时，系统恢复成圆偏振片，从而该状态为黑色。因此， $\lambda/4$  补偿板起到反转该装置的对比度的作用。交换了其“白色”和“黑色”状态。

利用补偿板反转对比度是有利的。首先，即使对于单稳态显示器，无论是由于技术原因（制造容易），审美原因，还是人类工程学原因（观看舒适等），取决于应用可以优先使用正常或反转对比度。

对于构成本发明主要内容的双稳态装置，反转对比度具有两个重要的附加优点。

双稳态显示器的一个特征是，当在强场作用下在两个状态之间进行切换时，不可避免地产生了几乎为同向，并且状态与高扭曲状态相似的“寄生”结构。在正常对比度中，寄生状态为白色，并且高度干扰了黑色像素的状态，显著地降低了平均对比度。不过，对于反转对比度，这种同向状态为黑色，在这种情形中确实减小了该装置的平均亮度，不过仅仅减小了一点。

双稳态显示器的另一个特征是它们具有较小的厚度 ( $d \approx 1\mu\text{m}$  至  $3\mu\text{m}$ )，并且在其中一种状态中高度扭曲 ( $\Delta\phi \pm m\pi$ ，在该情形中螺距为  $2\mu\text{m}$  至  $3\mu\text{m}$ )。技术上难以保证总厚度或局部厚度精确地处于优于  $\pm 0.1\mu\text{m}$  的公差范围内。从而，需要考虑偏离对单元进行优化的“理想”值的液晶的实际光学厚度。从而，由于大量扭曲，施加给锚定的方位扭矩较大。这能引起  $\Delta\phi$  相对其最佳值的（整体或局部）改变。 $d$  和  $\Delta\phi$  的变化显著地改变了弱扭曲双折射状态的光学性质。不过，高度扭曲

状态的光学性质对  $d$  和  $\Delta\phi$  的依赖非常小。对于反转对比度，无论  $d$  和  $\Delta\phi$  的偏离，该显示器都表现出良好的对比度和非常好的均匀性。

对于均匀扭曲的结构，其中与光波长相比螺距相当大，当传播平行于螺距轴时，存在众所周知的分析公式 [文献 6]，在良好的近似范围内描述了系统的光学性质。

首先，我们考虑将补偿板 20 设置在偏振片 10 与液晶 30/40/50 之间，相对前表面上的指向矢取向成  $45^\circ$  的情形（如图 3 所示）。

考虑到光两次通过该装置，对扭曲角  $\Delta\phi$  的结构反射情形，我们得到了下面的通用公式。

$$(1) R(\Delta\phi) = \left[ \cos(\varepsilon)\cos(\delta) - \sin(\varepsilon)\sin(\delta)\sin(2P - \alpha)^2 \right] + \sin^2(\varepsilon)\cos^2(2P - \alpha)$$

其中

$$(2.a) \sin\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{\pi\xi}{\sqrt{\Delta\phi^2 + \pi^2\xi^2}} \sin(\sqrt{\Delta\phi^2 + \pi^2\xi^2})$$

$$(2.b) \tan\left(\frac{\varepsilon}{2}\right) = \frac{\pi\xi}{\sqrt{\Delta\phi^2 + \pi^2\xi^2}} \tan(\sqrt{\Delta\phi^2 + \pi^2\xi^2})$$

$$(2.c) \xi = \frac{d \cdot \Delta n}{\lambda}$$

其中  $\varepsilon$  和  $\alpha$  为液晶的双折射  $d \cdot \Delta n$ ，光波长  $\lambda$ ，状态的扭曲角  $\Delta\phi$ ，和偏振片 10 的取向的函数。

在波长为  $\lambda_0$  的单色光中，一般可能选择  $\delta(\lambda_0) = 90^\circ$ 。在这种情况下，公式 (1) 简化为  $R(\Delta\phi) = \sin^2 \varepsilon$ 。对于轻微扭曲角度  $\Delta\phi_0$  的结构，我们使  $R(\Delta\phi) = 1$ ，即

$$(3.a) \sqrt{\Delta\phi^2 + \pi^2\xi^2} = \sqrt{2}\pi\xi \sin(\sqrt{\Delta\phi_0^2 + \pi^2\xi^2})$$

而对比高扭曲结构，我们要求  $R(\Delta\phi + m\pi) = 0$ ，即

$$(3.b) \sqrt{(\Delta\phi_0 \pm m\pi)^2 + \pi^2\xi^2} = k\pi$$

其中  $k$  为整数，可  $k=0,1,2,\dots$ 。

图 5 和 6 中，分别对于  $m=1$ （通过打破锚定，装置双稳定）和  $m=2$ （在体积中装置双稳定），用两族曲线之间的交点表示出公式 (3.a) 和 (3.b) 的模拟解。在两种情形中，存在无穷多个解  $(\Delta\phi_0, \xi_0)$ ，对单色光中该装置的光学性质进行优化，保证 100% 的亮度和无限大的对比度。对于固定的  $\Delta n$  和  $\lambda_0$ ，这些解相当于增大厚度，在这个标准上，最佳解

是图 5 和 6 中用参数 1 表示的点, 相当于  $\xi \approx 0.25$ , 从而相当于最小厚度。该厚度为透射型双稳态显示器最佳值的一半 ( $\xi \approx 0.5$ )。从而本发明的装置与透射型装置相比, 有可能将控制电压减半, 并且将没有场时的弛豫时间除以 4。所有其他解相当于  $\xi \approx 0.5$ , 从而产生更慢、并且  
5 控制场更强的装置。

由于制造公差, 在实际的装置中,  $\xi$  (从而  $d$ ) 和  $\Delta\phi_0$  的值有可能偏离其最佳值。从而最好选择一个解, 围绕该解两种状态的反射率对  $\xi$  和  $\Delta\phi_0$  改变的依赖性很小。

图 7 和 8 表示扭曲为  $\Delta\phi_0$  和  $\Delta\phi_0 - \pi$  的两种双稳定结构, 以  $\Delta\phi_0$  和  $\xi$  为  
10 函数折射率的变化。点 1 附近白色状态的变化与其他可能解附近相差  
不大 (图 7)。解 1 附近黑色状态的变化 (图 8) 远小于靠近其他解的  
变化; 这是即使  $d$  和  $\Delta\phi_0$  的公差非常大, 也能保持良好对比度的唯一解。  
相同的结论适用于其他可能的高扭曲结构  $\Delta\phi_0 + m\pi$ ,  $m=1,2$ 。从而可以  
看出, 在单色光中, 在本发明中提出的优化双稳态装置的参数为  
15  $d \cdot \Delta n / \lambda_0 \approx 0.25$  和  $|\Delta\phi_0| \approx 6^\circ$ , 这对于  $\pi$  和  $2\pi$  的附加扭曲几乎相同。另外,  
在这种情形中, 该装置的光学性质不依赖于偏振片 10 相对液晶 40 指  
向矢的取向  $P$ 。

在白光中, 补偿板 20 的  $\xi$  和相移  $\delta$  是  $\lambda$  的函数, 并且不能对于所有的  
的波长满足条件  $\delta(\lambda) = 90^\circ$ 。为了计算白光下该装置的光学响应, 对于  
20 特定波长  $\lambda_0$ , 选择最佳参数  $\xi_0(\lambda_0) = d \cdot \Delta n / \lambda_0 \approx 0.25$  和  $|\Delta\phi_0| \approx 6^\circ$ 。为了进行  
一级近似, 假设液晶 40 和补偿板 20 的双折射  $\Delta n$  随  $\lambda$  变化缓慢。

图 9 和 10 表示使用公式 (1) 计算出的以  $P$  和  $\lambda / \lambda_0$  为函数的两种  
双稳定状态的折射率。

可以看出, 在非常宽的波长范围内, 淡色状态 (图 9) 保持反射率  
25  $R(\Delta\phi_0) \approx 1$ 。这种非常有利的特性是由于补偿板 20 与液晶 40 的色散之  
间的补偿。这对于本发明中所提出的对反射型双稳态装置进行优化的  
图 5 中的点 1 最佳。应该注意, 在白光中, 淡色状态的亮度取决于  $P$ 。  
在围绕  $P = 45^\circ$  ( $15^\circ < P < 75^\circ$ ) 的宽范围上获得偏振片 10 的最佳取向。  
黑色状态发生更大程度的改变 (在这种状态下补偿板 20 的色散没有被  
30 液晶 40 的色散补偿), 不过对于  $\lambda_0 / \lambda$ , 在合理的数值范围内保持反射

率接近于零，从而在白光下能获得良好的对比度。适当选择补偿板 20 的色散，能对这种情况下的对比度提供额外的改善。

如果补偿板 20 的相移在  $90^\circ$  附近变化，能获得该装置最佳厚度的额外减小。

5 图 11 表示反转对比度中计算而得的对于  $\xi_0 = 0.215$ ， $P = 38^\circ$ ， $\Delta\phi = -15^\circ$  和  $\delta = -85^\circ$ ，以  $\lambda_0/\lambda$  为函数的两种双稳定状态  $\Delta\phi$  和  $\Delta\phi - \pi$  的反射率。选择数值，对显示器的对比度和亮度同时进行优化，同时保持液晶层  $d = \xi_0 / \Delta n \cdot \lambda_0$  为最小厚度。对于接近于  $\delta(\lambda_0) = 90^\circ$  情况下所使用的  $\Delta\phi(P)$  的值，在  $15^\circ$  至  $75^\circ$  范围上改变 P，得到相似的结果。

10 使用  $\lambda = \lambda_0$  附近  $\Delta n_c(\lambda)/\lambda$  变化较小的补偿板 20，可以得到附加的改善（例如，减小黑色状态的反射率色散）。对于本发明中所考察的所有高扭曲结构， $\Delta\phi \pm m\pi$ ，其中  $m=1,2$ ，得到非常相似的结果。

图 12 表示白光下（对于 D65 标准光源），对于单元的若干应用，使用反转对比度计算而得的以感兴趣的光学厚度  $d \cdot \Delta n$  为函数的装置的对比度。

图 13 表示本发明所提出的装置的以液晶的厚度  $d$  为函数的色度图。淡色状态相当于独立于  $d$  的理想白色。暗状态随  $d$  而改变，能够在不降低对比度的条件下通过改变该参数来调节。

图 14 中表示出该装置的另一种可能结构。在这种情形中，将补偿板 20 设置在液晶 30 / 40 / 50 与反射镜 60 之间，并且相对前表面的指向矢取向为角度 C。

换句话说，在图 14 中，不向图 1 中那样将补偿板 20 放置在液晶单元前面，而是放置在所述单元后面。

由下式给出这种结构的反射率：

$$25 \quad R(\Delta\phi) = (\cos \delta \cos \varepsilon - \sin \delta \cos \beta_1)^2 + [\cos \delta \sin \varepsilon \cos \beta_0 + \sin \delta (\sin \beta_0 \sin \beta_1 + \cos \varepsilon \cos \beta_0 \cos \beta_1)]^2$$

其中

$$(4) \quad \beta_0 = 2P - \alpha$$

$$\beta_1 = 2C - \Delta\phi + \alpha$$

在单色光中，在  $\delta(\lambda_0) = 90^\circ$  处，对于高扭曲状态，为了使反射率

30  $R(\Delta\phi + m\pi) = 0$ ，必须满足公式：

$$(5) \quad \sqrt{(\Delta\phi_0 \pm m\pi)^2 + \pi^2\xi^2} = k\pi$$

$$C - P = \pm \frac{\pi}{4} + \Delta\phi_0 - \alpha \approx \pm \frac{\pi}{4}$$

其中  $\alpha = \alpha(\Delta\phi_0 \pm m\pi)$ 。

同时，对于扭曲状态为了保证反射率  $R(\Delta\phi_0) = 1$ ，必须满足：

$$5 \quad (6) \quad \sqrt{(\Delta\phi_0 \pm m\pi)^2 + \pi^2\xi^2} = k\pi$$

$$P = \pm \frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{4}$$

其中  $\alpha = \alpha(\Delta\phi_0)$ 。

可以看出，这些条件与公式 (3.a) 和 (3.b) 相同，不过还必须满足两个与偏振片 10 和补偿板 20 相对液晶 40 的取向有关的附加条件。最佳解仍然相应于图 5 和 6 中的点 1，从而保证最小厚度，以  $\Delta\phi_0$  和  $\xi$  为函数的光学性质变化非常缓慢，并且具有较好的颜色。从而与图 4（补偿板 20 在液晶前面）的结构相比，这种结构不太好，因为它需要对光学元件精确地取向，这难以对于所有波长同时实现（角度  $\alpha$  依赖于  $\lambda$ ）。尽管如此，为了简化装置的制造，可以考虑这种解决方法，因为有可能将反射镜 60 和补偿板 20 放置在一起。

自然，本发明不限于上述特定实施例，而是可扩展到其精神范围内的所有变型。

[1] EP-A-0 018 180

20 [2] FR-A-2 740 894

[3] SAID 99, "Reflective single-polarizer bistable nematic liquid crystal display with optimum twist", by Y. J. Kim, et al.

[4] J. Appl. Phys., Vol. 37(1998), "Reflective bistable twisted nematic liquid crystal display", by Z.L. Xie, et al.

25 [5] Journal of Applied Physics "Optimization of reflective bistable twisted nematic liquid crystal displays", by Z. L. Xie, et al.

[6] Appl. Phys. Lett. 51(18) November 1987 "Optical properties of general twisted nematic liquid crystal displays", by H. L. Ong.

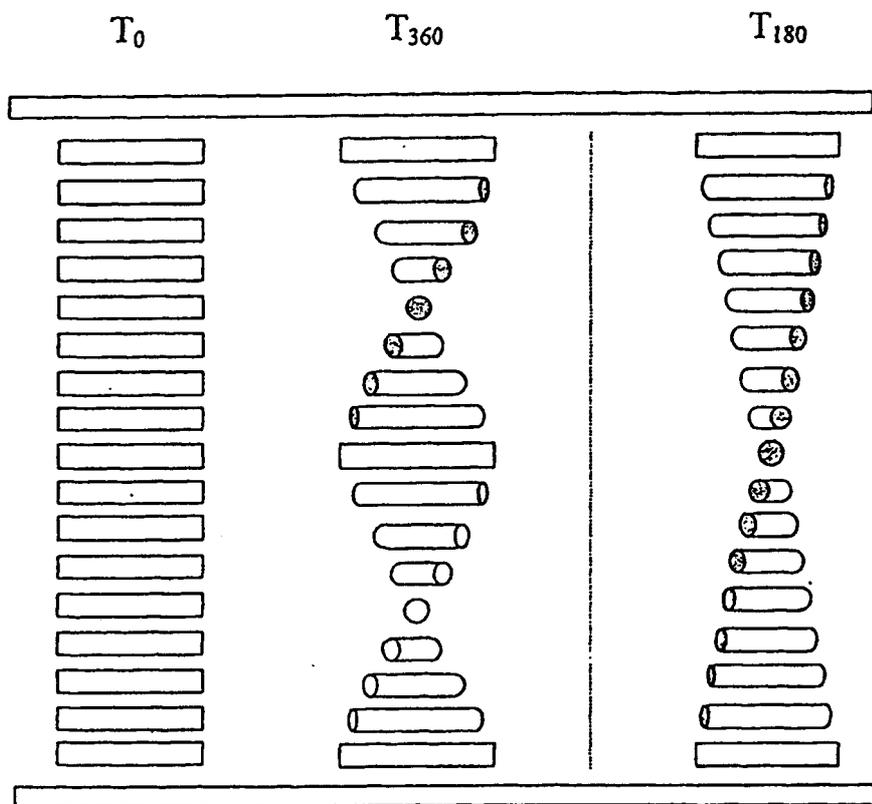


图 1

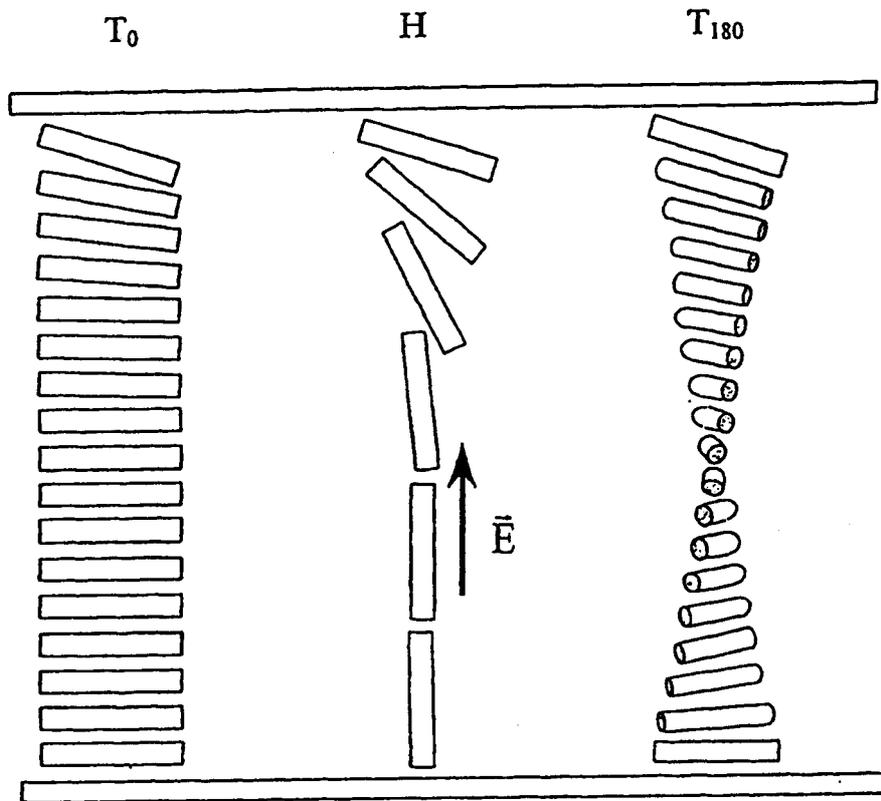


图 2

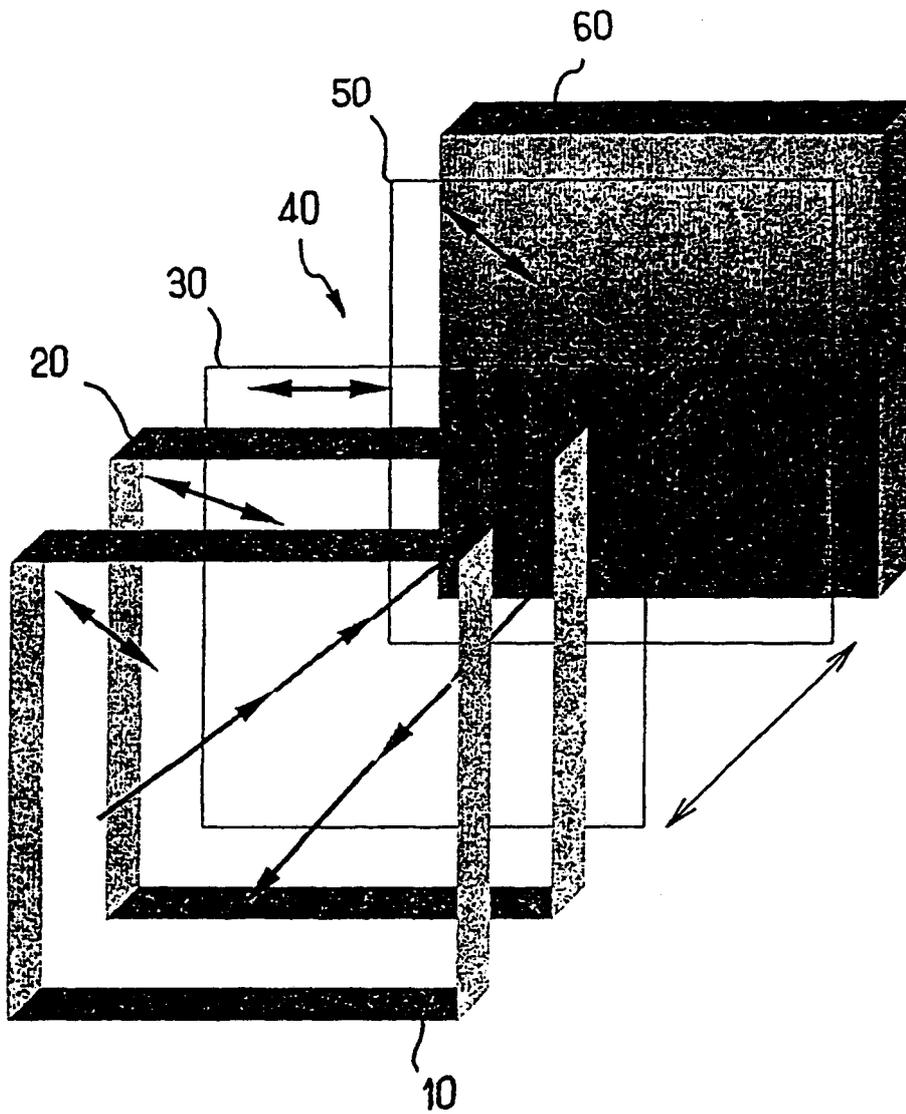


图 3

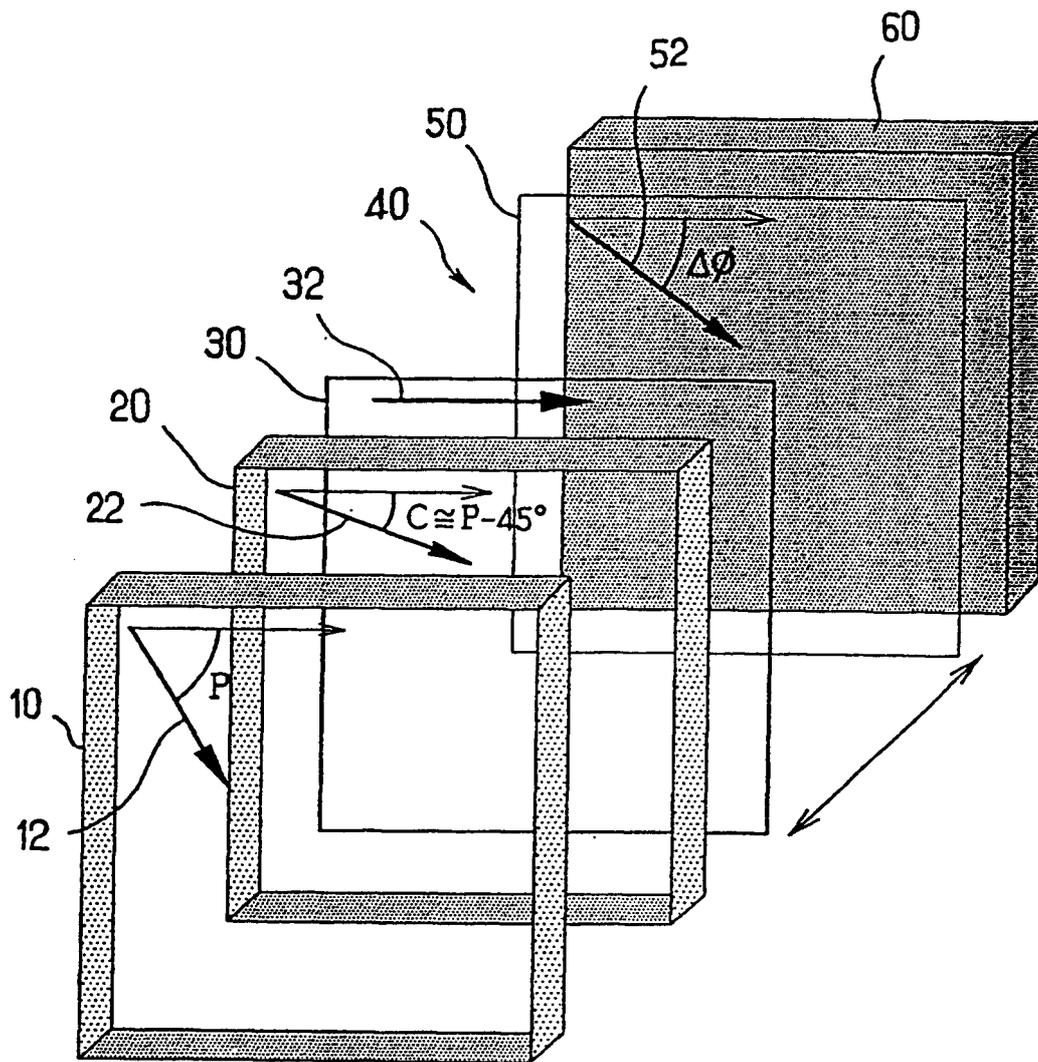


图 4

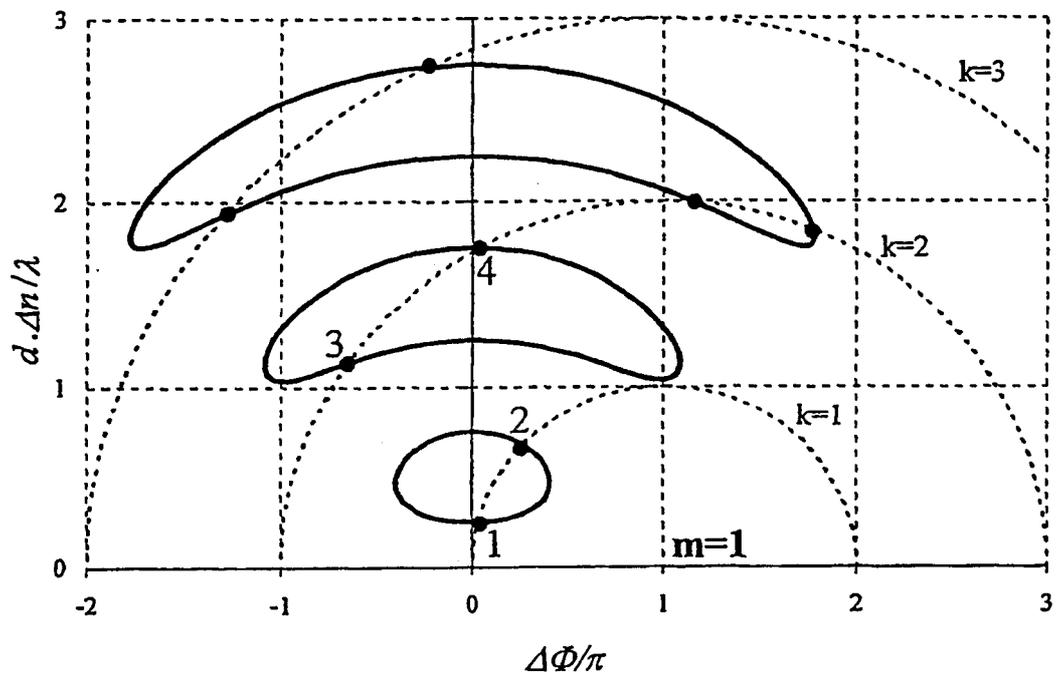


图 5

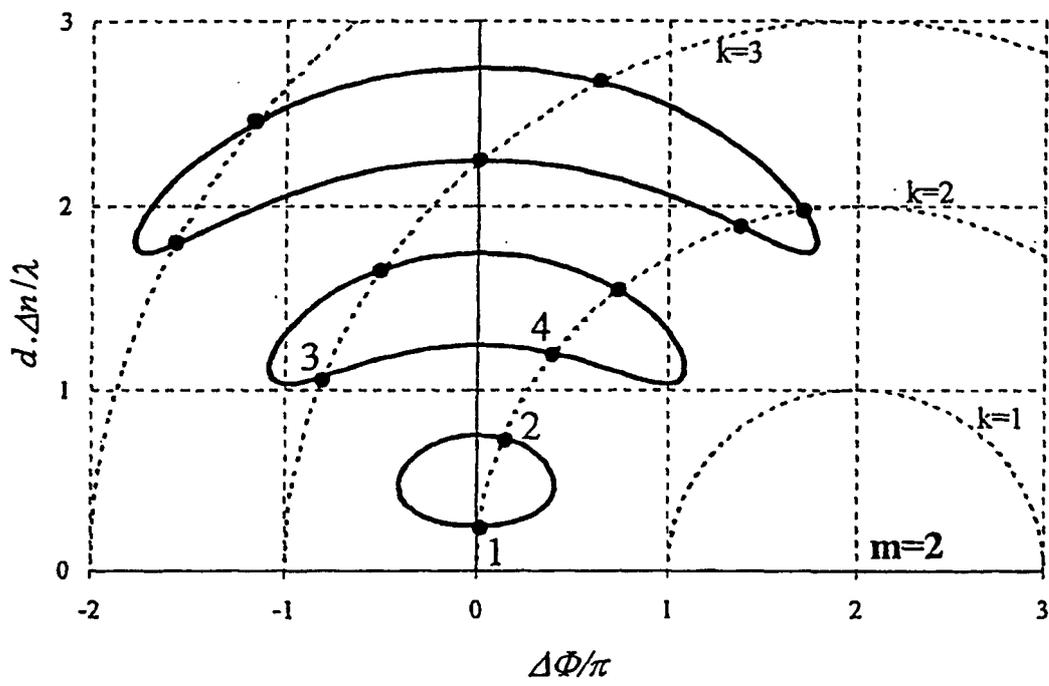


图 6

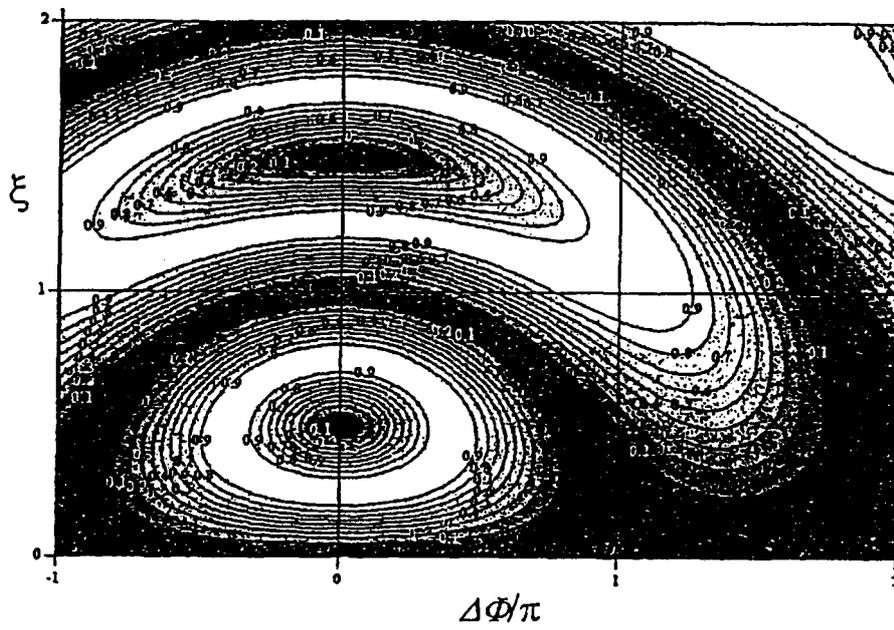


图 7

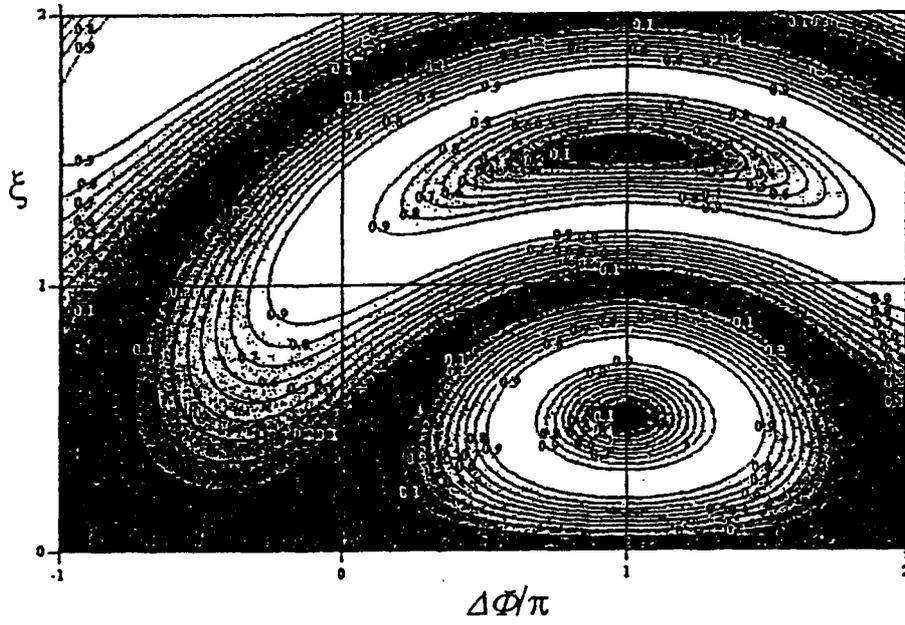


图 8

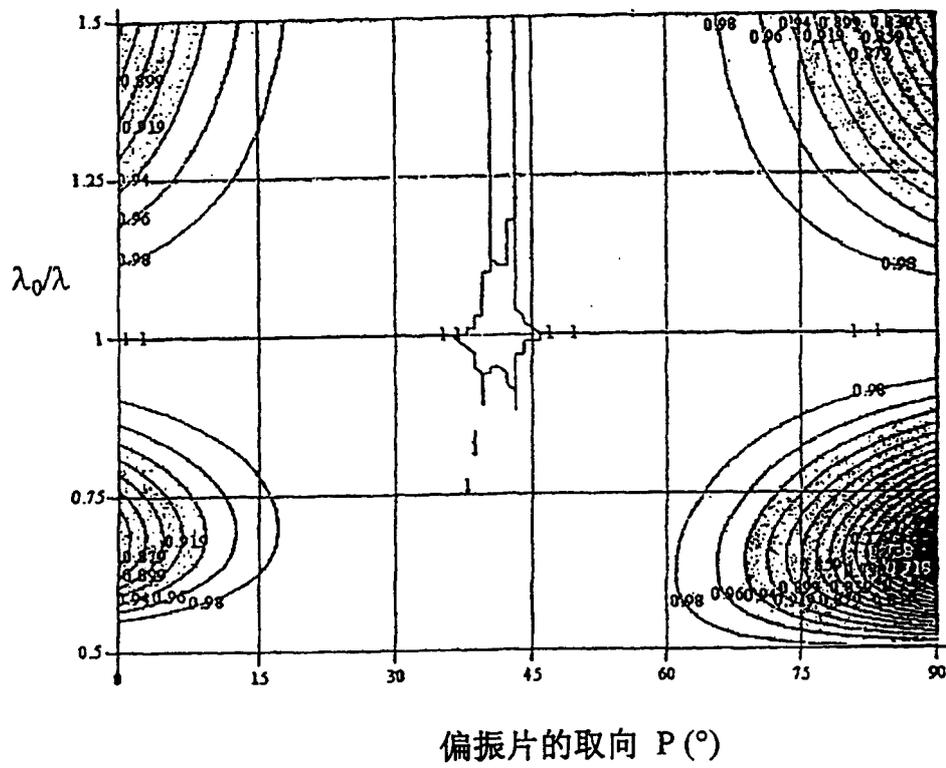


图 9

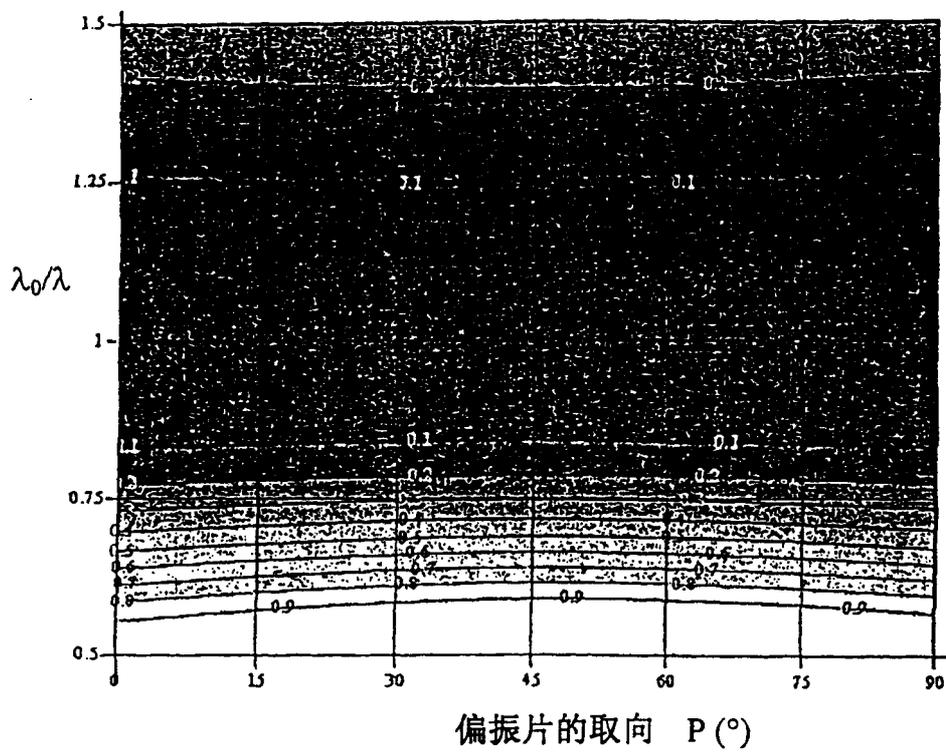


图10

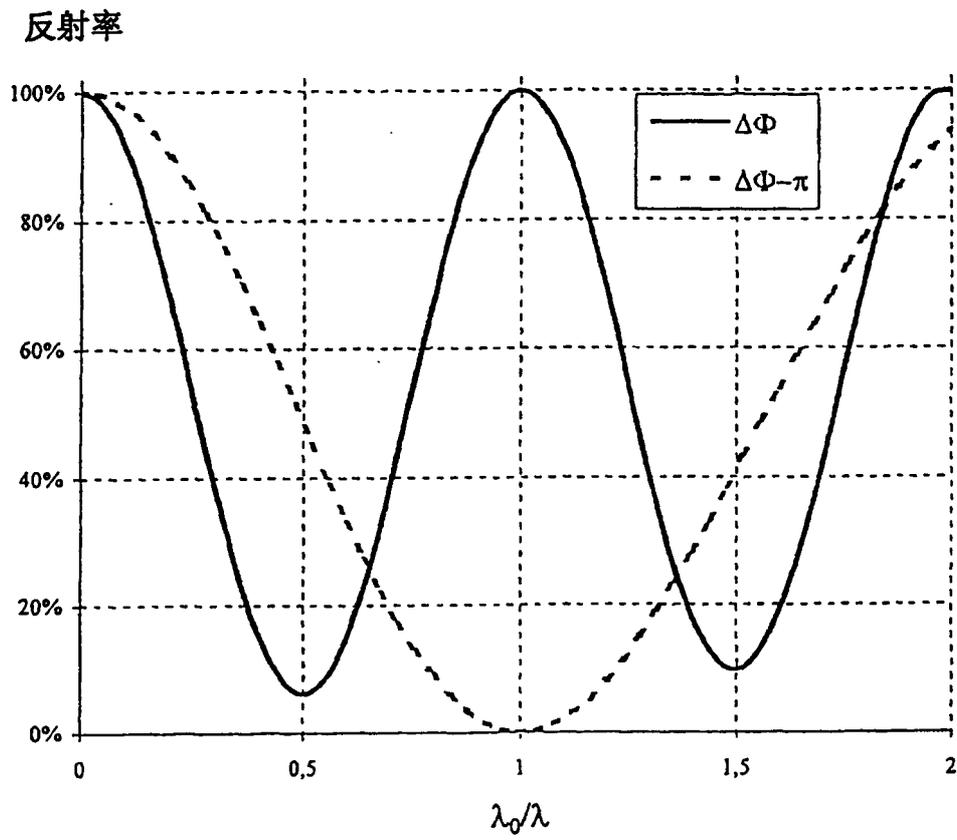


图 11

白光下的对比度

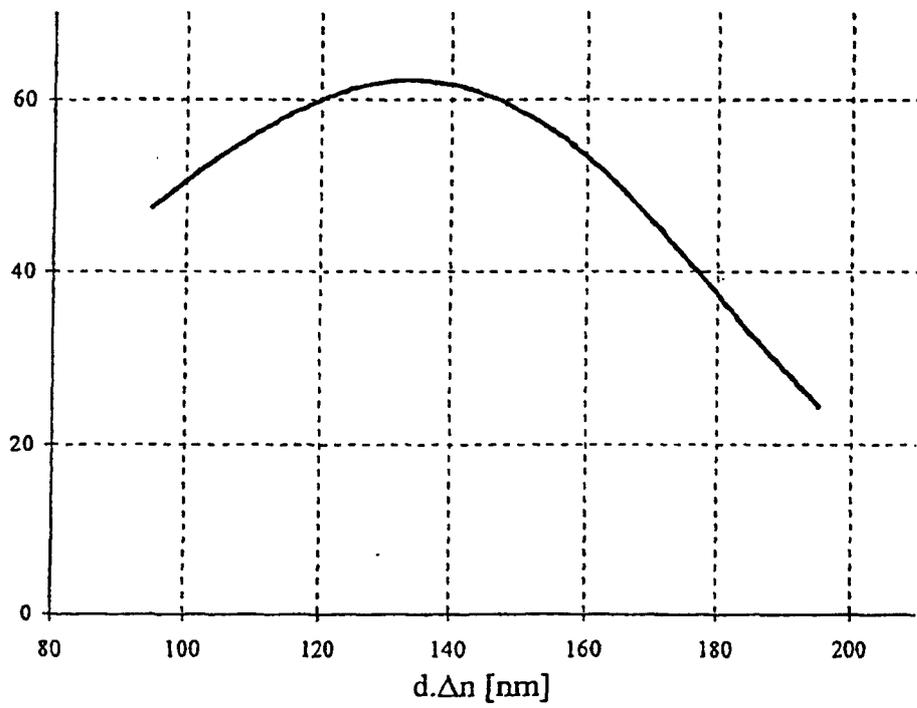


图 12

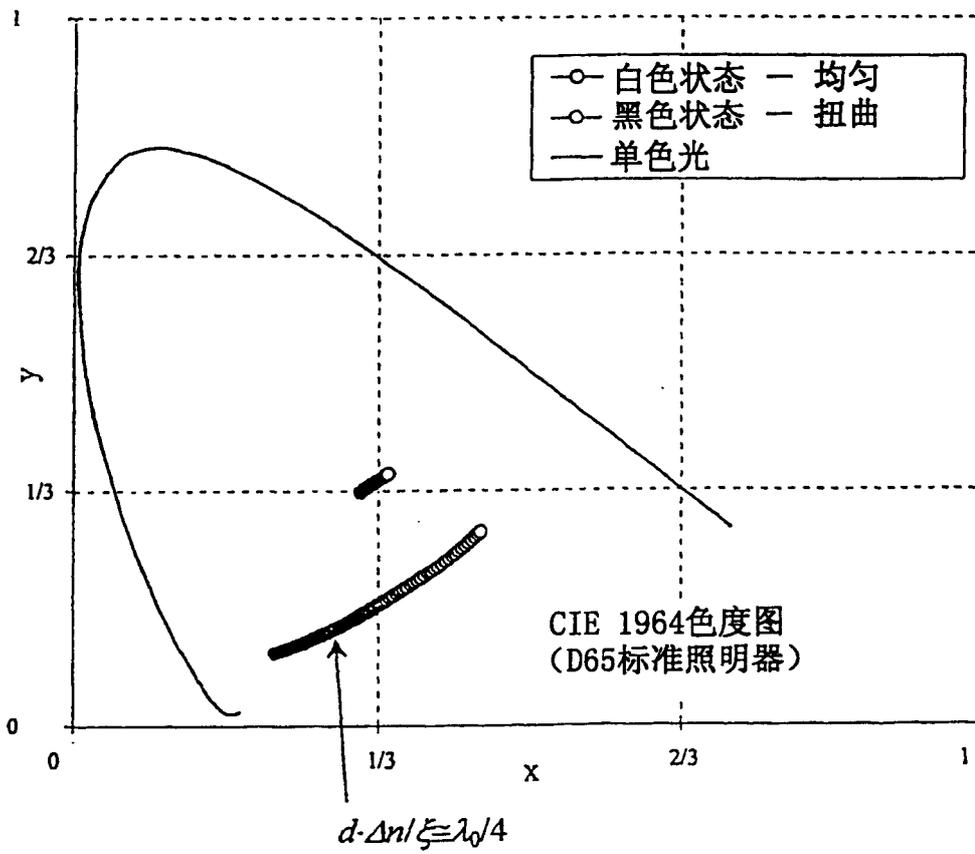


图 13

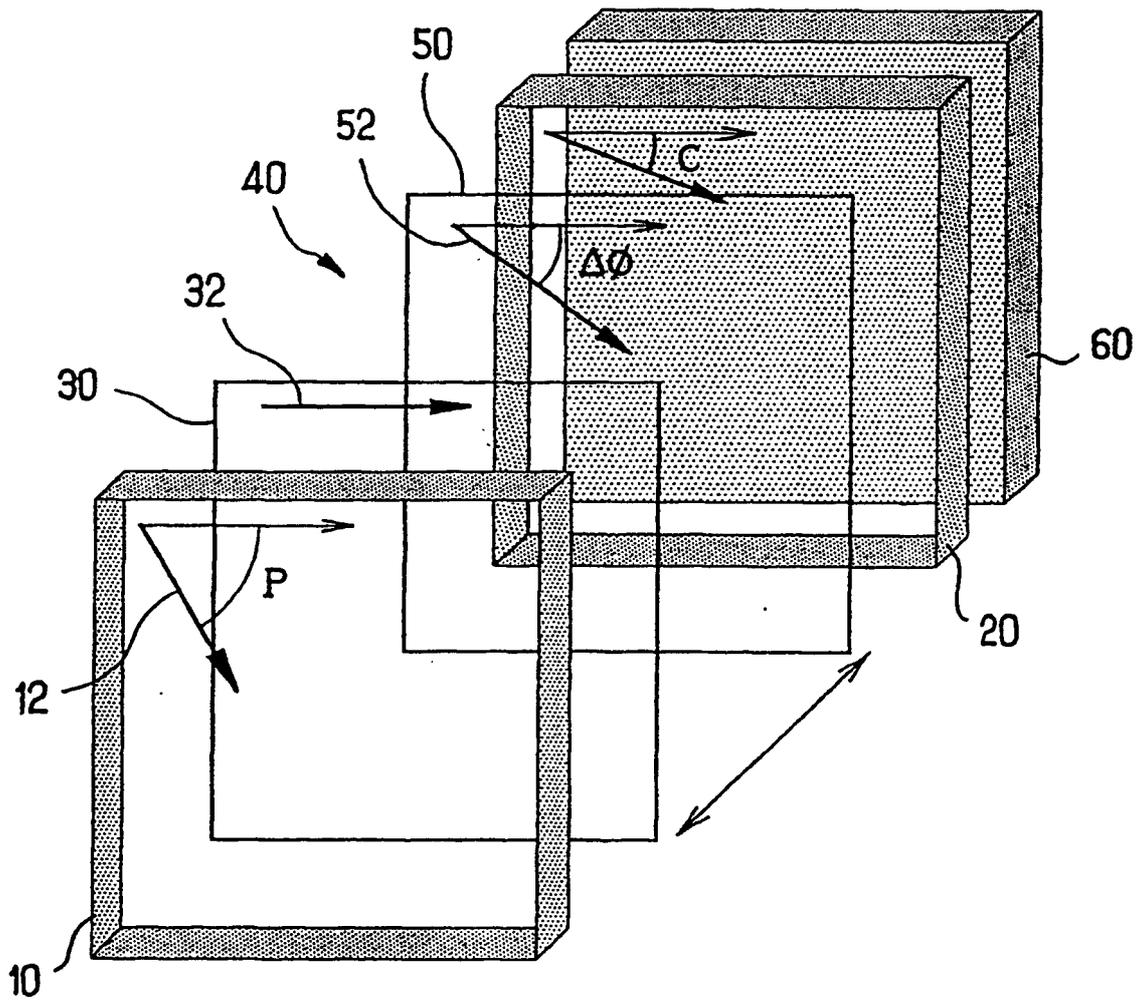


图 14

专利名称(译)	具有反转对比度、用于反射型显示的双稳态装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN1221846C</a>	公开(公告)日	2005-10-05
申请号	CN01809348.5	申请日	2001-05-11
[标]申请(专利权)人(译)	内莫普蒂克公司		
申请(专利权)人(译)	内莫普蒂克公司		
当前申请(专利权)人(译)	内莫普蒂克公司		
[标]发明人	IN多佐夫 PR马蒂诺 拉加德 DN斯托埃内斯库		
发明人	I· N· 多佐夫 P· R· 马蒂诺 - 拉加德 D· N· 斯托埃内斯库		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/1335 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F1/1391		
代理人(译)	程伟		
优先权	2000006105 2000-05-12 FR		
其他公开文献	CN1429352A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及一种双稳态装置，包括一种液晶材料；对液晶进行取向以便形成两种稳定或亚稳定结构的排列装置；用于施加电信号，能在两种结构之间进行切换的装置；一与该装置的前表面相连、设置在该装置的内部或外部的偏振片(10)；一镜面反射或漫反射元件，设置在液晶的后表面上、该装置的内部或外部，使光两次通过该装置，并且朝向观察者或朝向附加光学元件返回；以及一补偿板(20)，设置在偏振片与反射元件之间，具有接近于 $\lambda/4$ 的光学延迟 $dc \cdot \Delta n_c$ 。

