

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/139 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480034961.9

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100541303C

[22] 申请日 2004.11.25

[21] 申请号 200480034961.9

[30] 优先权

[32] 2003.11.28 [33] FR [31] 0313991

[86] 国际申请 PCT/FR2004/003021 2004.11.25

[87] 国际公布 WO2005/054940 法 2005.6.16

[85] 进入国家阶段日期 2006.5.26

[73] 专利权人 尼莫普蒂克公司

地址 法国马尼

[72] 发明人 C·茹贝尔 D·斯特内斯库

A·卡顿 P·达维

[56] 参考文献

CN1263277A 2000.8.16

CN1429383A 2003.7.9

CN1429352A 2003.7.9

审查员 任志伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 魏 军

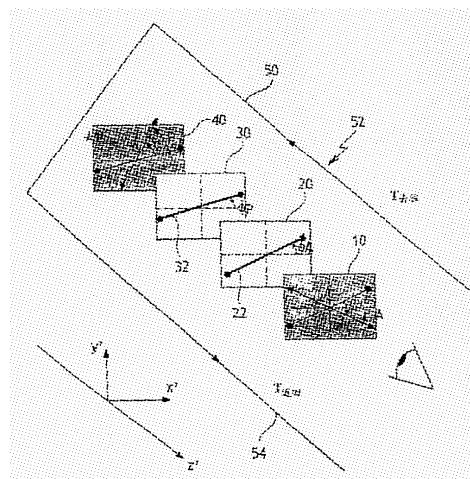
权利要求书 6 页 说明书 20 页 附图 6 页

[54] 发明名称

具有白优化双稳态向列液晶的显示装置和用于限定所述装置的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种在没有电场的情况下具有通过锚定中断而获得的双稳态的向列液晶显示装置，其特征在于，该向列液晶显示装置包括两个偏光器(10, 40)，第一偏光器(10)置于观察者一侧，另一个偏光器(40)置于液晶单元的相对侧，其中后者至少部分反射以便限定反射模式或透射反射模式。这两个偏光器(10, 40)的取向被偏移，该偏移值等于大约 $\pm 30^\circ$ 下的所述单元的旋光力。



1、一种包含液晶单元并且在没有电场的情况下具有通过锚定中断而获得的双稳态的向列液晶显示装置，其特征在于，该向列液晶显示装置包括两个偏光器（10，40），第一偏光器（10）置于观察者一侧，另一个偏光器（40）置于所述液晶单元的相对侧，并且所述另一偏光器至少部分反射以便限定反射或透射反射模式，两个偏光器（10，40）的取向被偏移，该偏移值等于在 $\pm 30^\circ$ 处的所述单元的旋光力。

2、根据权利要求1所述的装置，其特征在于，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在包含在 $\pm [10^\circ$ 到 $80^\circ]$ 的范围内，同时，以相同的向列指向矢为基准，对于 $250 \pm 70 \text{nm}$ 的光学延迟 $\Delta n d$ ，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $\pm [10^\circ$ 到 $80^\circ]$ 的范围内。

3、根据权利要求1所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta n d = 250 \pm 70 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-75^\circ, -30^\circ]$ 或 $[10^\circ, 65^\circ]$ 的范围内，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-60^\circ, -10^\circ]$ 或 $[30^\circ, 80^\circ]$ 的范围内；在右旋液晶的情况下，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-65^\circ, -10^\circ]$ 或 $[30^\circ, 75^\circ]$ 的范围内，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-80^\circ, -30^\circ]$ 或 $[10^\circ, 60^\circ]$ 的范围内。

4、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta n d = 280 \pm 30 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 15° 到 30° 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-65^\circ, -30^\circ]$ 或 $[25^\circ, 65^\circ]$ 的范围内并且优选地是 $[-50^\circ, -40^\circ]$ 或 $[40^\circ, 50^\circ]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-40^\circ, -10^\circ]$ 或 $[50^\circ, 80^\circ]$ 的范围内并且优选地是 $[-25^\circ, -10^\circ]$ 或 $[64^\circ, 80^\circ]$ ；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 -15° 到 -30° 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-65^\circ, -25^\circ]$ 或 $[30^\circ, 65^\circ]$ 的范围内并且优选地是 $[-50^\circ, -40^\circ]$ 或 $[40^\circ, 50^\circ]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包

括在 $[-80^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[10^{\circ}, 40^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-80^{\circ}, -64^{\circ}]$ 或 $[10^{\circ}, 25^{\circ}]$ 。

5、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 10° 到 20° 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-60^{\circ}, -30^{\circ}]$ 或 $[25^{\circ}, 65^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-50^{\circ}, -40^{\circ}]$ 或 $[40^{\circ}, 50^{\circ}]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-40^{\circ}, -20^{\circ}]$ 或 $[50^{\circ}, 70^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-35^{\circ}, -25^{\circ}]$ 或 $[55^{\circ}, 65^{\circ}]$ ；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 -10° 到 -20° 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-65^{\circ}, -25^{\circ}]$ 或 $[30^{\circ}, 60^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-50^{\circ}, -40^{\circ}]$ 或 $[40^{\circ}, 50^{\circ}]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-70^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[20^{\circ}, 40^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-65^{\circ}, -55^{\circ}]$ 或 $[25^{\circ}, 35^{\circ}]$ 。

6、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta n d = 280 \pm 30 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-75^{\circ}, -35^{\circ}]$ 或 $[15^{\circ}, 55^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-60^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[30^{\circ}, 40^{\circ}]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-50^{\circ}, -20^{\circ}]$ 或 $[40^{\circ}, 70^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-40^{\circ}, -30^{\circ}]$ 或 $[50^{\circ}, 60^{\circ}]$ ；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-55^{\circ}, -15^{\circ}]$ 或 $[35^{\circ}, 75^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-40^{\circ}, -30^{\circ}]$ 或 $[50^{\circ}, 60^{\circ}]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-70^{\circ}, -40^{\circ}]$ 或 $[20^{\circ}, 50^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-60^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[30^{\circ}, 40^{\circ}]$ 。

7、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-65^{\circ}, -40^{\circ}]$ 或 $[20^{\circ}, 60^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-55^{\circ}, -45^{\circ}]$ 或 $[35^{\circ}, 45^{\circ}]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-60^{\circ}, -20^{\circ}]$ 或 $[30^{\circ}, 70^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-45^{\circ}, -35^{\circ}]$ 或 $[45^{\circ}, 55^{\circ}]$ ；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向，

以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-60^{\circ}, -20^{\circ}]$ 或 $[40^{\circ}, 65^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-45^{\circ}, -35^{\circ}]$ 或 $[45^{\circ}, 55^{\circ}]$, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-70^{\circ}, -30^{\circ}]$ 或 $[20^{\circ}, 60^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-55^{\circ}, -45^{\circ}]$ 或 $[35^{\circ}, 45^{\circ}]$ 。

8、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置, 其特征在于: 对于光学延迟 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{nm}$, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-80^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[10^{\circ}, 60^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-50^{\circ}, -25^{\circ}]$ 或 $[45^{\circ}, 65^{\circ}]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-60^{\circ}, -10^{\circ}]$ 或 $[50^{\circ}, 80^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-65^{\circ}, -45^{\circ}]$ 或 $[25^{\circ}, 50^{\circ}]$ 的范围内。

9、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置, 其特征在于: 对于光学延迟 $\Delta n d = 280 \pm 30 \text{nm}$, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 5° 到 30° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-65^{\circ}, -45^{\circ}]$ 或 $[25^{\circ}, 55^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-40^{\circ}, -10^{\circ}]$ 或 $[50^{\circ}, 80^{\circ}]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 -5° 到 30° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-55^{\circ}, -25^{\circ}]$ 或 $[45^{\circ}, 65^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-80^{\circ}, -50^{\circ}]$ 或 $[10^{\circ}, 40^{\circ}]$ 的范围内。

10、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置, 其特征在于: 对于光学延迟 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{nm}$, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 5° 到 15° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器(40)的取向被包括在 $[-65^{\circ}, -40^{\circ}]$ 或 $[25^{\circ}, 50^{\circ}]$ 的范围内并且优选地是 $[-60^{\circ}, -45^{\circ}]$ 或 $[30^{\circ}, 45^{\circ}]$, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器(10)的取向被包括在 $[-50^{\circ}, -20^{\circ}]$ 或 $[40^{\circ}, 65^{\circ}]$ 的范

围内并且优选地是 $[-40^\circ, -30^\circ]$ 或 $[48^\circ, 60^\circ]$ ；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 5° 到 15° 之间的涂刷方向，考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-50^\circ, -25^\circ]$ 或 $[40^\circ, 65^\circ]$ 的范围内并且优选地是 $[-45^\circ, -30^\circ]$ 或 $[45^\circ, 60^\circ]$ ，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-65^\circ, -40^\circ]$ 或 $[20^\circ, 50^\circ]$ 的范围内并且优选地是 $[-60^\circ, -48^\circ]$ 或 $[30^\circ, 40^\circ]$ 。

11、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于：对于光学延迟 $\Delta nd = 250 \pm 70 \text{nm}$ ，在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向，考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-70^\circ, -40^\circ]$ 或 $[20^\circ, 55^\circ]$ 的范围内，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-60^\circ, -25^\circ]$ 或 $[30^\circ, 65^\circ]$ 的范围内；在右旋液晶的情况下，对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向，考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦，以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器（40）的取向被包括在 $[-55^\circ, -20^\circ]$ 或 $[40^\circ, 70^\circ]$ 的范围内，同时，以相同的向列指向矢为基准，置于观察者一侧的偏光器（10）的取向被包括在 $[-65^\circ, -30^\circ]$ 或 $[25^\circ, 60^\circ]$ 的范围内。

12、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于，所述单元的厚度 d 和液晶分子的自发螺距 p_0 之间的比率等于 0.25 ± 0.1 ，优选地是 0.25 ± 0.05 。

13、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于，所述双稳态对应于液晶分子的两种纹理，所述两种纹理的扭曲度的绝对值相差 150° 到 180° 。

14、根据权利要求1到3的其中之一所述的装置，其特征在于，以具有最强扭曲度的纹理获得通过状态。

15、一种用于优化向列液晶显示装置中的两个偏光器（10，40）的取向的方法，其中该向列液晶显示装置在没有电场的情况下具有通过锚定中断而获得的双稳态，其中一个偏光器置于液晶单元的部分反射侧以便限定反射或透射反射模式，其特征在于，该方法包括以下步骤：使所述两个偏光器（10，40）进行定向以将它们偏移，该偏移值等于在 $\pm 30^\circ$ 处的所述单元的旋光力。

16、根据权利要求15所述的方法，其特征在于，该方法包括如下步骤：

- 使用一个利用所述光学延迟 Δnd 、扭曲度 Φ 和波长 λ 的公式来计算所述旋光力 PR，所述公式为：

$$PR \cong \phi - \arctg\left(\frac{\phi}{X} \operatorname{tg} X\right) \quad [3]$$

$$\text{其中 } X(\phi, \lambda) = \sqrt{\phi^2 + \left(\frac{\pi \Delta nd}{\lambda}\right)^2} \quad [2]$$

- 固定所述输出偏光器（10）的取向 A 等于 P+PR，其中 P 代表在观察者相对侧的偏光器（40）的取向，PR 代表旋光力；

- 研究对于增加了 π 的扭曲度 Φ 产生最低结果透射率值的 P 值；以及
- 从中推出 A。

17、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，按照如下关系式定义所述透射率值：

$$\operatorname{Trs}(\phi, \lambda) = \cos^2(\alpha + \beta) - \cos^2 X \cos 2\alpha \cos 2\beta \left[\frac{\phi}{X} \tan X - \tan 2\alpha \right] \left[\frac{\phi}{X} \tan X + \tan 2\beta \right] \quad [1]$$

由所述的一个偏光器（10）和所述的另一个偏光器（40）与位于相同侧的液晶指向矢分别构成的角度是 β 和 α 。

18、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，基于按照如下关系式确定的最佳扭曲度值 Φ_{opt} 来计算所述旋光力：

$$\phi_{opt} = \pi \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta nd}{\lambda_0}\right)^2} \quad [6]$$

其中 λ_0 是波长 λ 的固定值。

19、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，根据由方位角锚定所强加的扭曲度值 Φ 来计算所述旋光力 PR。

20、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，该方法包括：把所述偏光器调节到接近但不同于前面所计算的角度以便改善所获得的白色的色度中性的步骤。

21、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，根据结合了从有限方位角

锚定得到的去耦 (DE) 的扭曲度值来计算所述旋光力 PR。

具有白优化双稳态向列屏幕的显示装置 和用于限定所述装置的方法

技术领域

本发明涉及液晶显示装置领域，更精确地说，本发明涉及根据优化显示器白态的光学模式操作的双稳态向列显示器的光学配置。

本发明尤其涉及反射型显示器。然而，本发明不严格限于这种应用。实际上，本发明也涉及透射反射型显示器。

发明目标

本发明的总体目标是改善双稳态显示装置的白态，或者更精确地说是从任何视角在亮度和色度方面获得很高质量的白态反射率。

现有技术

在扭曲度 (twist) 相差 180° 的两种纹理之间切换的双稳态液晶显示器

本发明中考虑的双稳态液晶显示器的类型是在两种纹理之间切换的显示器，这两种纹理在不施加电场时就是稳定的（由此达到其双稳态），这两种纹理的角度相差 π 。对于这两种纹理的其中之一，在单元的两个表面上的液晶分子指向矢之间的角度 Φ_U 大约是 0 到 $\pm 30^\circ$ 。分子之间保持实际上平行，这种纹理被称作 U。第二纹理 T 的扭曲角度为 $\Phi_T = \Phi_U \pm \pi$ 。在纹理 T 中，分子在单元的两个表面之间进行大约 180° ($\pm 30^\circ$) 的旋转。迄今已经描述了利用这一原理的两种显示器。

为了均衡所述两种纹理的能量，向列液晶被手性化 (chiralize) 以便呈现接近四倍于单元厚度 d 的自发螺距 p_0 。单元厚度 d 和自发螺距 p_0 之间的比率 (即 d/p_0) 因此近似等于 0.25 ± 0.1 ，优选地是 0.25 ± 0.05 。在没有电场的情况下，它们是最小能量的状态。

文献[1]描述了一种显示器，其通过施加特定形状的电场脉冲在两种纹理 U 和 T 之间进行切换。这种显示器基于在其中一个所谓的天顶对准 (zenithal

alignment) 表面(文献[2]和[3])上的液晶分子锚定的中断,也就是说在分子落回到一侧或另一侧上之前通过所述电场升高所述分子,从而允许获得两种纹理 U 和 T。

这种情况下,对本领域应用所必须的电极结构是标准的,其与用于 TN 或 STN 类型的液晶显示器的电极结构相同。这种显示器通常被称为 BiNem[®]。

文献[4]描述了一种显示器,其也利用锚定中断(anchoring break)和特定类型的电极(被称作“梳形电极”),从而使得有可能获得电场的横向分量,也就是与基底平行。在这种情况下,通过由作者描述为方位角锚定中断(文献[5])的效应在两种纹理之间进行切换。

切换方法不是本发明的本质。实际上,无论是什么切换模式(天顶或方位角锚定中断),液晶分子的纹理是相同的,所述切换发生在两种扭曲的纹理之间,一种纹理具有低扭曲角度 Φ_U 并且被称为 U,另一种纹理具有高扭曲角度 $\Phi_T = \Phi_U \pm \pi$ 并且被称为 T。显示器的光学行为只依赖于液晶分子的纹理。

上述显示器的光学模式

需要白优化的光学模式主要是反射模式,其利用环境光作为光源。在这种情况下,所寻求的是获得最类似白纸上的黑墨水的屏幕。

存在两种类型的反射模式:

- 一种模式利用两个偏光器和一个反射镜。反射镜通常是漫射的。其中一个偏光器置于观察者一侧,其是透射的。第二个偏光器和该反射镜相对地置于显示器的背面,其位于与观察者相对的一侧。背面偏光器和反射镜可以合并。通常,该反射镜(和背面偏光器)在单元的外面,这样引起了以两倍于反射镜和单元之间的距离偏移的附加像。为了抑制该像,必须将背面偏光器和反射镜集成到单元内部。然而,当前无法以工业规模集成偏光器。这种模式使用与根据透射模式操作的显示器具有相同数量级的单元延迟,其包括在 $\lambda/3$ 和 $\lambda/2$ 之间。

- 一种模式利用在观察者一侧的单一(透射)偏光器和置于单元背面的反射镜。这种模式的优点是反射镜可以被集成到单元的内部。在这种情况下,两个像重合,不再存在寄生像。

在该文献中详细研究的反射模式是利用偏光器和反射镜操作的模式。例如,文献[4]、[6]和[7]计算了对应于线性输入偏光器的最优模式。文献[8]研究

了利用圆型输入偏光器的所述反射模式。

当反射镜被集成在单元内时，由于必须将反射和漫射功能集成到单元中，所以这种模式使得制造工艺复杂化。此外，产生最佳光学结果的延迟值 $\Delta n d$ 大约是 $\lambda/4$ (λ 代表可见谱波长)，其大约是在利用两个偏光器的模式下所适用的延迟值的一半。理论上可以通过减小液晶的 Δn 值或者单元厚度来将延迟减小一倍。然而，与 TN 或 STN 类型的标准液晶显示器的单元厚度（大约 4 到 5 微米）相比较，针对例如前述的双稳态显示器的推荐厚度（大约 2 微米）已经很小，把该值除以 2 将导致单元制造工艺非常复杂。此外，很难在保持天顶锚定中断所必须的电各向异性（anisotropy）的同时减小液晶混合物的光学各向异性。

由于这些原因，本发明的一个目标是优化利用两个偏光器的反射模式，从而使得有可能使用商用组件并且与在透射模式中操作的单元相比不会导致对于制造工艺和光学延迟 $\Delta n d$ 的任何显著修改。

此外，最近的偏光器技术（文献[9]）使得在单元内部制作偏光器（透射或反射型）成为可能，这将使得有可能抑制这种模式的视差效应，当然其代价是修改单元制造技术。

文献[10]描述了利用两个偏光器的反射模式的概要，其并没有指定精确的配置以及计算这种配置的方法。

发明基础

借助于一种向列液晶显示装置在本发明的范围内实现上述目标，该向列液晶显示装置在没有电场的情况下具有通过锚定中断而获得的双稳态，其特征在于该向列液晶显示装置包括两个偏光器，第一偏光器置于观察者一侧，另一个偏光器置于液晶单元的相对侧，并且所述另一偏光器至少部分反射以便限定反射或透射反射模式，两个偏光器的取向被偏移一个值，该值等于大约 $\pm 30^\circ$ 下的所述单元的旋光力（rotatory power）。

根据本发明的其他有利特性：

- 所述双稳态相应于液晶分子的两种纹理，其扭曲度的绝对值相差 150° 到 180° 。

- 以相关的单元面上的向列指向矢为基准，置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在包含在子范围 $+$ 或 $-$ （ 10° 到 80° ）的范围内，同时，以相同的向列

指向矢为基准, 对于大约为 $250\pm 70\text{nm}$ 的光学延迟 $\Delta n d$, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在包含子范围+或- (10° 到 80°) 的范围内。

- 对于 $\Delta n d=250\pm 70\text{nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-75^\circ; -30^\circ]\cup[10^\circ; 65^\circ]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^\circ; -10^\circ]\cup[30^\circ; 80^\circ]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -10^\circ]\cup[30^\circ; 75^\circ]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-80^\circ; -30^\circ]\cup[10^\circ; 60^\circ]$ 的范围内。

- 对于 $\Delta n d=280\pm 30\text{nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 15° 到 30° 之间的涂刷 (brushing) 方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -30^\circ]\cup[25^\circ; 65^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-50^\circ; -40^\circ]\cup[40^\circ; 50^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-40^\circ; -10^\circ]\cup[50^\circ; 80^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-25^\circ; -10^\circ]\cup[64^\circ; 80^\circ]$); 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 15° 到 30° 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -25^\circ]\cup[30^\circ; 65^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-50^\circ; -40^\circ]\cup[40^\circ; 50^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-80^\circ; -50^\circ]\cup[10^\circ; 40^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-80^\circ; -64^\circ]\cup[10^\circ; 25^\circ]$)。

- 对于 $\Delta n d=220\pm 30\text{nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 10° 到 20° 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^\circ; -30^\circ]\cup[25^\circ; 65^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-50^\circ; -40^\circ]\cup[40^\circ; 50^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-40^\circ; -20^\circ]\cup[50^\circ; 70^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-35^\circ; -25^\circ]\cup[55^\circ; 65^\circ]$); 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 10° 到 20° 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -25^\circ]\cup[30^\circ; 60^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-50^\circ; -40^\circ]\cup[40^\circ; 50^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-70^\circ; -50^\circ]\cup[20^\circ; 40^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-65^\circ; -55^\circ]\cup[25^\circ; 35^\circ]$)。

- 对于 $\Delta n d=280\pm 30\text{nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其

自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-75^\circ; -35^\circ] \cup [15^\circ; 55^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-60^\circ; -50^\circ] \cup [30^\circ; 40^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-50^\circ; -20^\circ] \cup [40^\circ; 70^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-40^\circ; -30^\circ] \cup [50^\circ; 60^\circ]$); 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-55^\circ; -15^\circ] \cup [35^\circ; 75^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-40^\circ; -30^\circ] \cup [50^\circ; 60^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-70^\circ; -40^\circ] \cup [20^\circ; 50^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-60^\circ; -50^\circ] \cup [30^\circ; 40^\circ]$).

- 对于 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{ nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -40^\circ] \cup [20^\circ; 60^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-55^\circ; -45^\circ] \cup [35^\circ; 45^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^\circ; -20^\circ] \cup [30^\circ; 70^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-45^\circ; -35^\circ] \cup [45^\circ; 55^\circ]$); 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^\circ; -20^\circ] \cup [40^\circ; 65^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-45^\circ; -35^\circ] \cup [45^\circ; 55^\circ]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-70^\circ; -30^\circ] \cup [20^\circ; 60^\circ]$ 的范围内 (优选地是 $[-55^\circ; -45^\circ] \cup [35^\circ; 45^\circ]$).

- 对于 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{ nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-80^\circ; -50^\circ] \cup [10^\circ; 60^\circ]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-50^\circ; -25^\circ] \cup [45^\circ; 65^\circ]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^\circ$ 之间的涂刷方向, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^\circ; -10^\circ] \cup [50^\circ; 80^\circ]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^\circ; -45^\circ] \cup [25^\circ; 50^\circ]$ 的范围内。

- 对于 $\Delta n d = 280 \pm 30 \text{ nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 5° 到 30° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦 (elastic

uncoupling), 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^{\circ}; -45^{\circ}] \cup [25^{\circ}; 55^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-40^{\circ}; -10^{\circ}] \cup [50^{\circ}; 80^{\circ}]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 -5° 到 30° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-55^{\circ}; -25^{\circ}] \cup [45^{\circ}; 65^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-80^{\circ}; -50^{\circ}] \cup [10^{\circ}; 40^{\circ}]$ 的范围内。

- 对于 $\Delta n d = 220 \pm 30 \text{ nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 5° 到 15° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^{\circ}; -40^{\circ}] \cup [25^{\circ}; 50^{\circ}]$ 的范围内 (优选地是 $[-60^{\circ}; -45^{\circ}] \cup [30^{\circ}; 45^{\circ}]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-50^{\circ}; -20^{\circ}] \cup [40^{\circ}; 65^{\circ}]$ 的范围内 (优选地是 $[-40^{\circ}; -30^{\circ}] \cup [48^{\circ}; 60^{\circ}]$); 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 -5° 到 15° 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-50^{\circ}; -25^{\circ}] \cup [40^{\circ}; 65^{\circ}]$ 的范围内 (优选地是 $[-45^{\circ}; -30^{\circ}] \cup [45^{\circ}; 60^{\circ}]$), 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^{\circ}; -40^{\circ}] \cup [20^{\circ}; 50^{\circ}]$ 的范围内 (优选地是 $[-60^{\circ}; -48^{\circ}] \cup [30^{\circ}; 40^{\circ}]$)。

- 对于 $\Delta n d = 250 \pm 70 \text{ nm}$ 的光学延迟, 在左旋液晶的情况下并且对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-70^{\circ}; -40^{\circ}] \cup [20^{\circ}; 55^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-60^{\circ}; -25^{\circ}] \cup [30^{\circ}; 65^{\circ}]$ 的范围内; 在右旋液晶的情况下, 对于在其自身之间形成 0° 到 $\pm 5^{\circ}$ 之间的涂刷方向, 考虑到 1° 到 12° 之间的弹性去耦, 以相关的单元面上的向列指向矢为基准, 置于观察者相对侧的偏光器的取向被包括在 $[-55^{\circ}; -20^{\circ}] \cup [40^{\circ}; 70^{\circ}]$ 的范围内, 同时, 以相同的向列指向矢为基准, 置于观察者一侧的偏光器的取向被包括在 $[-65^{\circ}; -30^{\circ}] \cup [25^{\circ}; 60^{\circ}]$ 的范围内。

本发明还提出了一种用于优化向列液晶显示装置中的两个偏光器的取向的

方法, 该向列液晶显示装置通过锚定中断呈现双稳态, 其中一个偏光器置于观察者一侧, 而另一个偏光器则置于液晶单元的对面, 并且所述另一偏光器至少部分反射以便限定反射或透射反射模式, 其特征在于该方法包括如下步骤:

- 使用一个利用光学延迟 $\Delta n d$ 、扭曲度 Φ 和波长 λ 的公式来计算旋光力 PR;

- 固定输出偏光器的取向 A 等于 $P + PR$, P 代表在观察者相对侧的偏光器的取向, PR 代表旋光力;

- 研究对于增加了 π 的扭曲度 Φ 产生最低结果透射率值的 P 值; 以及

- 从中推出 A。

在阅读如下的详细描述和参考作为非限制性例子给出的附图时, 本发明的其他特性、目标和优点将显而易见, 其中:

- 图 1 示出了根据本发明的液晶单元, 并且限定了在说明书的其余部分中使用的角度;

- 图 2 示出了椭圆偏振的角度 ψ 和 ω 特性;

- 图 3 分别对于图 3a 中的白态和图 3b 中的黑态示出表 1 中描述的作为波长函数的配置的光学透射率 ($\Delta n d = 275 \text{ nm}$, $\Phi_{\text{opt}} = -156^\circ$);

- 图 4 对于无限强方位角锚定的情况示出了在检偏器和偏光器一侧的涂刷方向以及在对准层上的液晶分子的取向;

- 图 5 分别对于图 5a 中的白态和图 5b 中的黑态示出了表 2 中描述的作为波长函数的配置的光学透射率 ($\Delta n d = 230 \text{ nm}$, Φ 被强加在 $\Phi_u = 0^\circ$ 和 $\Phi_T = -180^\circ$); 以及

- 图 6 针对位于检偏器一侧的单元板上的有限方位角锚定的情况示出了与图 4 类似的视图。

发明的具体描述

发明人提出一种工艺, 该工艺使得有可能获得一种双偏光器光学模式, 该模式对于单元 $[\Phi_u, \Phi_T]$ 优选地是反射的, 其被优化以便获得白态的很好的整体光学质量并且考虑到某些工业限制。

发明人还提出将这种工艺应用到真实单元, 也就是说, 考虑到例如在其中

一个对准层上的所谓的“有限”方位角锚定（即不是无限强）。在这种情况下，两种纹理相差角度 π 。当然，本发明也适用于其中方位角锚定在两个对准层上（即在显示器的两个表面上）是有限的显示器的情况。

当寻求优化反射模式时，理想的是接近白纸上的黑墨水的质量。因此，占据优势的参数是白色的质量，该质量由其在屏幕的全部视觉半平面上的亮度和色度来表征。

因此，将为白色选择具有最好的整体光学质量的纹理。纹理 T 具有较弱的波长色散以及大于纹理 U 的根据视角的光学稳定性，因此为白色选择纹理 T。

为了用纹理 U 获得正确的黑色，有必要具有与 $\lambda/2$ 相差不太远的单元延迟 $\Delta n d$ ，其中 λ 代表可见光谱的波长。

用于优化单元 $[\Phi; \Phi \pm \pi]$ 的反射模式的计算处理

发明人提出的处理包括计算对于几个延迟值 $\Delta n d$ 产生最好的白色的最佳光学模式。最终选择的延迟值将取决于白色-对比度折衷的所需质量。

对于“往返路径”最大化白色并且最小化黑色的偏光器的取向与对于“单一去往路径”最大化白色并且最小化黑色的偏光器取向相同。另一方面，如果 T_{as} 是对于“单一去往路径”的单元光学透射率，那么 $T_R = T_{as}^2$ 就是使得有可能计算反射型显示器的性能（亮度、对比度、色度）的“往返路径”的透射率。因此，与单一去往路径相比，在通过所述单元的“往返路径”中明显改善了黑色并且从而改善了对比度。

液晶单元的光学特性

附图 1 示出了根据本发明的液晶显示单元，其包括：

- 在观察者一侧的检偏器偏光器 10；
- 以距离 d 分隔开的限制向列液晶分子的两个板 20、30；以及
- 与反射器相关联的偏光器 40，其被设置在显示器的背面，也就是观察者的相对侧。

在附图 1 中，箭头 50 示出光线路径，线段 52 表示所述光线路径的去往部分（光学透射率是 T_{go} ），其在到达偏光器 40 之前穿过检偏器 10 和由板 20、30 建立的单元，同时，线段 54 表示在偏光器 40 上反射的所述光线线路的返回部分（光学透射率是 T_{return} ）。

正如前面指出的那样，因为 $T_{go} = T_{return}$ ，所以透射率 $T_{reflective} = T_{go} \times$

$T_{\text{return}} = T^2_{\text{return}}$ 。

图 1 中示出了正交规一化的参照系 x' 、 y' 、 z' ，方向 x' 、 y' 限定了垂直于光线传播方向的平面，而 z' 则平行于该传播方向。

在板 20 上的分子的向列指向矢（也就是板 20 上的锚定方向）被标记为 22。板 30 上的向列指向矢被标记为 32。

板 20 和 30 上的锚定适于允许分别在彼此相差大约 π 的扭曲度的双稳态 U 和 T 之间进行切换，这是通过根据在所述文献中描述的已知模态向提供在板 20 和 30 上的电极施加电信号而实现的。

这样的液晶单元由下列各项表征：

- 延迟 Δnd ，其是液晶的折射率差 Δn 与单元厚度 d 的乘积
- 扭曲度 Φ
- 角度 P 和 A ，其分别由背面偏光器 40 和正面偏光器/检偏器 10 与固定基准（根据图 1 任意地与 x' 轴重合）形成。

在反射单元的情况下，照射屏幕的光是位于观察者一侧的环境光。图 1 的偏光器 40 因此是反射型，并且输出偏光器 10（观察者一侧）是透射型。

分别由偏光器 40 和检偏器 10 与位于同侧的液晶指向矢形成的角度被称作 α 和 β 。

如果 Φ_P 和 Φ_A 是分别由板 20 和 30 上的指向矢 22、32 与参照系 $x'y'z'$ 的 x' 轴形成的角度，那么：

$$P = \alpha + \Phi_P \text{ 并且 } A = \beta + \Phi_A$$

液晶单元扭曲度值是通过求取该单元的一面 20 上的液晶指向矢 22 与另一面 30 上的指向矢 32 之间的差来获得的： $\Phi = \Phi_A - \Phi_P$

为了简化符号，我们取偏光器一侧 40 上的液晶指向矢 32 沿 x' 方向，即 $\Phi_P = 0$ 并且 $\Phi_A = \Phi$ ，因此： $P = \alpha$ 并且 $A = \beta + \Phi$

计算扭曲液晶单元的透射率

在多种出版物（例如文献[7]或[8]）中给出了作为参数 Δnd 、 Φ 、 P （或 α ）和 A （或 β ）的函数的液晶单元对偏振光的光学透射率的解析形式。

这里将在一定程度上考虑被称为 T_{rs} 的单一“返回路径”的透射率，其中如上所述，最大化白色的偏光器的取向对于单一路径和往返路径是相同的。

例如，文献[8]给出了发明人所使用的如下公式：

$$\text{Trs}(\phi, \lambda) = \cos^2(\alpha + \beta) - \cos^2 X \cos 2\alpha \cos 2\beta \left[\frac{\phi}{X} \tan X - \tan 2\alpha \right] \left[\frac{\phi}{X} \tan X + \tan 2\beta \right] \quad [1]$$

$$\text{其中 } X(\phi, \lambda) = \sqrt{\phi^2 + \left(\frac{\pi \Delta n d}{\lambda} \right)^2} \quad [2]$$

公式[1]也可以作为 A 和 P 而不是 α 和 β 的函数得到。

穿过液晶层之后的偏振特性

发明人利用了 Poincaré 体系，其通过在被称为 Poincaré 球体的球体上曲线描述了不同的可能偏振态以及当偏振在单元内传播时的偏振演化（文献[9]或[10]）。

对于能够形象化三维空间的人来说，这个强大的工具对于高度扭曲的纹理（大约为 π 的扭曲度）提供对液晶单元光学效应的更好的理解。

借助这个工具，发明人得到的理论结果是：对于小于或等于 $\lambda/2$ （ λ 是可见光谱的波长），纹理 T（大约为 π 的扭曲度 Φ_T ）等价于几乎完美的旋光力 PR。这意味着无论输入偏振角度是多少，输出偏振 Pout 都是弱椭圆的（接近线性），并且该椭圆的主轴相对于输入偏振形成角度 PR。

先验地是任何偏振并且因此是椭圆的输出偏振 Pout 可以用 ψ 和 ω 两个角度来表征。 ψ 是椭圆主轴与 x' 形成的角度， ω 表征偏振的椭圆率（见图2）。

我们（对于单一返回路径）有 $\psi = P + PR$

借助 Poincaré 球体，还有可能得到 PR 和 ω 的解析形式：

$$PR \equiv \phi - \arctg\left(\frac{\phi}{X} \tan X\right) \quad [3]$$

$$\sin 2\omega = 2 \sin \eta \sin X (\cos 2\alpha \cos \eta \sin X + \sin 2\alpha \cos X) \quad [4]$$

其中 $\cos \eta = \frac{\phi}{X}$ 。

当 X 接近于 π 时，公式[3]作为第一近似是有效的，其在本发明范围内所处理的情况下总是成立的。

消除椭圆率 ω 等价于在单元输出端获得线性偏振，即可以利用检偏器 10 获得完美黑色或白色的配置。

公式[3]使得预测旋光力 PR 的值成为可能，从而使得计算输出偏振 Pout 的角度 ψ 成为可能。对于给定的 P（P 代表偏光器 40 的取向）产生最好的白色

的 A（即检偏器 10 的取向）的配置是 A 平行于 ψ ，也就是

$$A = P + PR \quad [5]$$

消除椭圆率 ω 的条件是 $X = \pi$ ，也就是

$$\phi_{opt} = \pi \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta nd}{\lambda_0} \right)^2} \quad [6]$$

因此，当 λ 固定时，在 Φ 和 Δnd 之间存在一种关系，从而有可能获得线性输出偏振 P_{out} 。对于给定延迟利用公式[6]计算出来的 Φ 值将被称作 Φ_{opt} 。

计算最佳配置——参数 Φ 自由的情况

对于单元延迟 Δnd 和给定波长 λ 计算最佳配置。

公式[6]使得为所选延迟 Δnd 计算最佳 Φ 值 Φ_{opt} 成为可能。

白优化

根据 Δnd 、 Φ_{opt} 和 λ 的固定值，利用公式[3]计算旋光力 PR 的值。

为了获得最优白色，输出检偏器 10（或 A）必须平行于 P_{out} 放置（公式[5]），即 $A = P + PR$ 。

最佳黑色的研究

利用 $\Phi_U = \Phi_T + \pi$ ，在利用由公式[1]定义的 Trs 的透射率公式 $T_{Reflective} = Trs^2$ 中，用其作为 P （或 α ）的函数的值来代替 A （或 β ）。剩余的唯一变量是 P （或 α ）。寻找产生 Trs^2 的最低值的 P （或 α ）的值。一旦确定了 P ，利用公式[5]得到 A 的值。

计算实例——参数 Φ 自由的情况

表 1 描述了在可见光谱范围内（400nm 的蓝光到 620nm 的红光）对于等于 $\lambda/2$ 的不同延迟值的最佳反射光学配置。对于每个延迟值选择参数 Φ 等于 Φ_{opt} 。为了估计这些配置的性能并且将其互相比，在表 1 中还示出了在全部可见光谱上计算的黑态和白态的归一化亮度值以及这两个亮度的对比度 CR 比率。

所述归一化的亮度计算如下：

$$L = \frac{\int T_R(\lambda) \bar{y}(\lambda) s(\lambda) d\lambda}{\int \bar{y}(\lambda) s(\lambda) d\lambda}$$

其中， $T_R(\lambda)$ 是对于往返路径的液晶单元光学透射率， $y(\lambda)$ 是眼睛敏感度，以及

$s(\lambda)$ 是照射源的光谱（假定其是恒定的并且等于1（所谓的“平坦”光谱））。

此外还计算了白色的色度坐标 x 、 y （CIE 系统），这对于屏幕的视觉再现非常重要。

应当记住，完美中性的白色的坐标是(0.333;0.333)。

对于表1中所考虑的所有延迟 $\Delta n d$ ，由于纹理 T 最佳地起作用，白色非常接近1，输出偏振对于 Φ_{opt} 的情况是线性的。

对于所有情况，白色的色度接近于理论白色(0.333;0.333)。然而，当延迟增加时，注意到“黄化 (yellowing)”。

为此，与小于230nm的延迟 $\Delta n d$ 相对应的值是优选的。

利用纹理 U 获得黑色。因此，当这个纹理对于眼睛最敏感的波长具有 $\lambda/2$ 的延迟时得到优化。

在表1中找到了对应于延迟275nm的最佳理论对比度值，其对应于550nm的 $\lambda/2$ ，眼睛对该550nm波长具有峰值敏感度。由于在单元中的两次通过(double passage)，对应于275nm的对比度值很高。所述两次通过也使得在较大延迟范围内获得良好对比度值(>50)成为可能。

对于对比度而言，一种令人满意的配置理论上是275nm的延迟，但是较低的延迟(230nm或200nm)使得获得更为色度中性的白色成为可能，因此正如上面指出的那样将是优选的。所选择的延迟将取决于所期望的折衷。

对于反射模式下的屏幕，所有这些配置先验地具有可以接受的性能。

作为图示，在图3中给出作为波长函数的相应于表1中的275nm延迟的白态和黑态的光学透射率 T_R 。

液晶单元的生产——无限强方位角锚定的情况

当对准层上的液晶分子的方位角锚定无限强时，单元的每一面20、30上的液晶分子的指向矢22、32由在该面上使用的对准层（例如聚酰亚胺化学类型）的涂刷方向确定。实际上，对于无限强方位角锚定而言，液晶指向矢平行于涂刷方向对准（见图4）。在这种情况下，在显示器生产机械上固定两个对准层的涂刷方向以使得这两个方向之间形成角度 Φ ，从而获得精确的 Φ 值。

计算最佳配置——强加参数 Φ^* 的情况

例如，通过工业方法可以强加单元的涂刷方向。在这种情况下，按照下面的方式根据最佳白色标准计算偏光器40或P以及检偏器10或A的最佳配置：

白优化

根据 $\Delta n d$ 、 Φ_{imposed} 和 λ 的固定值, 利用公式[3]计算旋光力 PR 的值。

为了获得最优白色, A 必须平行于 Pout (公式[5]), 即 $A=P+PR$ 。

最佳黑色的研究

利用 $\Phi_U = \Phi_T + \pi$, 在透射率公式 $T_R = Trs^2$ 中, 用其作为 P (或 α) 的函数的值来代替 A (或 β)。剩余的唯一变量是 P (或 α)。寻找产生 Trs^2 的最低值的 P (或 α) 的值。一旦确定了 P, 利用公式[5]得到 A 的值。

计算举例——强加参数 Φ^* 的情况

表 2 描述了对于接近 $\lambda/2$ 的不同延迟值的最佳反射光学配置。选择参数 Φ_{imposed} , 使得 $\Phi_T = -180^\circ$, $\Phi_U = 0^\circ$ 。

对于 $\Phi = 0^\circ$ 的反射模式的性能接近对于 Φ_{opt} 所获得的性能。由于纹理 T 不是最佳的, 所以白色稍微差些 (大约 5%), 但是输出偏振保持非常微弱的椭圆, 从而保证了良好的白色水平。

延迟减小得越多, 就越接近条件 Φ_{opt} (当延迟减小时, Φ_{opt} 接近 -180°)。对于 200nm, 白色非常接近于 1。当延迟增加时, 黄化效应再次明显。

通过没有扭曲的纹理 U 产生黑色, 该纹理 U 如前所述充当双折射片。对比度的最大值如前所述对应于 275nm 的延迟, 但是由于两次通过, 因此所述对比度对其他延迟保持得较高。

对比度的最佳配置是 275nm 的延迟, 但是较低的延迟 (230nm 或 200nm) 使得获得更为色度中性的白色成为可能。所选择的延迟取决于所期望的折衷。

对于反射模式下的屏幕, 所有这些配置具有可以接受的性能。

作为图示, 在图 5 中给出作为波长函数的相应于表 2 中的 230nm 延迟的白态和黑态的光学透射率 T_R 。

白色的色度中性方面的改善

改善白色的色度中性的一种解决方案是把偏光器 10 或 A 以及 40 或 P 调节到接近但不同于通过前面描述的方法所计算的角度。在这种情况下, 不再严格遵循保证最大亮度白色的旋光力条件。实际上, 为了改善色度, 接受白色亮度的一定损失。表 2' 中给出了对应于 230nm 延迟和例如对于表 2 强加的 Φ (选择 Φ_{imposed} , 使得 $\Phi_T = -180^\circ$, $\Phi_U = 0^\circ$) 的一个例子。

应该注意到, 对于表 2' 中的 P 和 A 的角度, 相对于表 2 的所计算的解决

方案，对比度被除以 2，但是仍然是可以接受的。白色的色度已经被修改，其略微带点蓝色并且更接近于理论白色。

透射反射模式

以上描述的所有计算都可以应用到被称为透射反射的中间光学模式，其中背面偏光器 40 或 P 是透射反射的，也就是部分反射：偏振光的一部分被透射，另一部分被反射。这就允许屏幕在由“背光”照射时以透射模式操作，或者当不由背光照时利用环境光作为光源以反射模式操作。白优化对于反射和透射反射模式是相同的，但是对于后者而言，当其以透射模式操作时（由于光以“单一去往路径”通过单元而不是对应于反射模式的“往返路径”，因此黑色未被优化）黑色的质量较低。

有限方位角锚定的真实情况

当方位角锚定有限（非无限强）时，由于液晶混合物的手性掺杂（chiral doping），作用在接近表面的分子上的弹性力使这些分子“去耦”，也就是说，液晶的指向矢 22、32 不再严格平行于涂刷方向，而是偏移了被称为“弹性去耦”的角度 DE。为了简化本发明关于这一点的公开内容，假定单一锚定层具有有限方位角锚定，另一层具有无限强方位角锚定。所述去耦沿着减小低值扭曲度 Φ_U 的绝对值（例如对于 $\Phi_U > 0$ 变成 $\Phi_U - DE$ ）以及减小高值扭曲度 Φ_T 的绝对值（例如对于 $\Phi_T < 0$ 变成 $\Phi_T + DE$ ）的方向移动（见图 6）。

由涂刷方向在其自身之间形成的角度被称为 Φ^* 。由于去耦，我们得到：

$$\Phi_T - \Phi_U = -\pi + 2DE$$

该弹性去耦直接与方位角锚定力相关，该方位角锚定力根据如下关系式由其外插长度 L_{az} 表征：

$$DE = \frac{\pi L_{az}}{2d}$$

有限方位角锚定典型地具有大约 100 到 200nm 的 L_{az} ，也就是说，DE 被包括在几度到大约 15°之间。参数 DE 是可以实验测得的物理参数，因此假定是已知的。

在以下实例中将选择 5°以及 10°的 DE 值：

参数 Φ^* 自由的情况

现在将计算作为去耦 DE 的函数的 Φ^* 的最优值，以及相应的最优配置。

对于每个延迟 Δnd ，由公式[6]定义的扭曲度的最优值被称作 Φ_{opt} 。

高扭曲度 Φ_T 的有效值是（比较图 6）：

$$\Phi_T = -\pi + \Phi^* + DE$$

人们想要 $\Phi_T = \Phi_{opt}$ ，因此：

$$\Phi^* = \pi + \Phi_{opt} - DE$$

对于 $(\Delta nd, \Phi_{opt})$ 利用公式[3]计算旋光力 PR，然后对于 $\Phi_U = \Phi^* - DE$ 将 A 和 P 之间的关系引入到公式 T_R ，并且在数值上寻求最小化透射率 T_R 的值 P。

在表 3、4 和 5 中分别对于三个延迟值 310nm、275nm 和 230nm 以及对于 DE 的两个值 5°和 10°计算最优光学配置。

应该注意到，在这些表中，当存在弹性去耦时，有可能优化涂刷方向（ Φ^* ）以便获得反射模式的良好性能：对于所有情况，白色非常接近于 1。如前所述，最高对比度对应于 275nm 的延迟，但是其对于所考虑的其他延迟值仍然是可以接受的。

所有这些配置对于反射模式下的屏幕具有可以接受的性能。

参数 Φ^* 是强加的情况

出于涉及到工业方法或者显示器的正确操作的实际原因，可以强加单元的涂刷方向 Φ^* ，例如典型地是 0°。

这种情况下， Φ_T 的有效值是（比较图 6）：

$$\Phi_T = -\pi + \Phi^* + DE$$

对于 Φ_T 的相应值计算旋光力 PR，然后，如前所述，对于 $\Phi_U = \Phi^* - DE$ 把从公式[5]得出的作为 P 的函数的 A 值引入到 T_R 公式中，并且寻求最小化透射率 T_R 的 P 值。对应于前面 3 个延迟值的结果分别在表 6、7 和 8 中给出。

应该注意到，在这些表中，当存在弹性去耦并且 Φ^* 被强加在 0°时，有可能获得反射模式的良好性能：对于所有情况，白色非常接近于 1。如前所述，最高对比度对应于 275nm 的延迟，但是其对于所考虑的其他延迟值仍然是可以接受的。

所有这些配置对于反射模式下的屏幕具有可以接受的性能。

根据这些计算出的配置，当然可能如同在强方位角锚定的情况下描述的那样通过调节 A 和 P 的角度来修改白色的色度，其代价是对比度降低。

在本段中描述的计算也适用于透射反射模式。

Δnd	Φ_U	$\Phi_T = \Phi_U - \pi$ opt	P	A	Lwhite $\Phi_T = \Phi_U - \pi$	Lblack Φ_U	CR	X	Y
310 nm	31°	-149°	-45° 45°	-14° 76°	0.99	0.011	89	0.34	0.348
275 nm	24°	-156°	-45° 45°	-21° 69°	0.993	0.00071	1340	0.338	0.342
230 nm	16.5°	-163.5°	-45° 45°	-28.5° 61.5°	0.996	0.006	164	0.335	0.338
200 nm	12°	-168°	-45° 45°	-33° 57°	0.998	0.033	29	0.334	0.336

表 1: 在 $\Phi = \Phi_{opt}$ 时对于不同延迟值的最优配置

Δnd	Φ_U imp	$\Phi_T = \Phi_U - \pi$ imp	P	A	Lwhite $\Phi_T = \Phi_U - \pi$	Lblack Φ_U	CR	X	Y
310 nm	0°	-180°	-57° 33°	-33.5° 56.5°	0.902	0.0038	236	0.354	0.358
275 nm	0°	-180°	-54° 36°	-35° 55°	0.945	0.0005	1882	0.345	0.349
230 nm	0°	-180°	-52° 38°	-38° 52°	0.978	0.0079	123	0.338	0.34
200 nm	0°	-180°	-50.5° 39.5°	-39.5° 50.5°	0.989	0.037	27	0.336	0.337

表 2: 在强加 Φ 时对于不同延迟值的最优配置

Δnd	Φ_U imp	$\Phi_T = \Phi_U - \pi$ imp	P	A	Lwhite $\Phi_T = \Phi_U - \pi$	Lblack Φ_U	CR	x	y
230nm 同表 2	0°	-180°	-52° 38°	-38° 52°	0.978	0.0079	123	0.338	0.34
230nm 修改	0°	-180°	-70° 20°	-33° 57°	0.83	0.012	67	0.317	0.321

表 2': 在 230nm 延迟和强加 Φ 时, 为了改善白色的色度而“修改”的配置

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	26°	21°	-50°	-19°	0.989	0.0098	101
			40°	71°			
10°	21°	11°	-55°	-24°	0.989	0.0066	150
			35°	66°			

表3: 在 ($\Delta n d = 310 \text{ nm}$; $\Phi_{\text{opt}} = -149^\circ$; $\lambda = 550 \text{ nm}$) 并且 Φ^* 自由时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	19°	14°	-50°	-26°	0.993	0.00065	1529
			40°	64°			
10°	14°	4°	-55°	-31°	0.993	0.00047	2096
			35°	59°			

表4: 在 ($\Delta n d = 275 \text{ nm}$; $\Phi_{\text{opt}} = -156^\circ$; $\lambda = 550 \text{ nm}$) 并且 Φ^* 自由时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	11.5°	6.5°	-50°	-33.5°	0.997	0.0066	151
			40°	56.5°			
10°	6.5°	-3.5°	-55°	-38.5°	0.997	0.0083	119
			35°	51.5°			

表5: 在 ($\Delta n d = 230 \text{ nm}$; $\Phi_{\text{opt}} = -163.5^\circ$; $\lambda = 550 \text{ nm}$) 并且 Φ^* 自由时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	0°	-5°	-60°	-35.5°	0.926	0.002	380
			30°	54.5°			
10°	0°	-10°	-60°	-34.5°	0.948	0.0017	544
			30°	55.5°			

表 6: 在 ($\Delta n d=310\text{nm}; \lambda=550\text{nm}$) 并且 Φ^* 被强加在 0° 时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	0°	-5°	-57.5°	-37.5°	0.962	0.00048	1985
			32.5°	52.5°			
10°	0°	-10°	-60.5°	-39.5°	0.978	0.00057	1706
			29.5°	50.5°			

表 7: 在 ($\Delta n d=275\text{nm}; \lambda=550\text{nm}$) 并且 Φ^* 被强加在 0° 时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	0°	-5°	-54.5°	-40°	0.987	0.009	110
			35.5°	50°			
10°	0°	-10°	-58°	-42.5°	0.993	0.01	94
			32°	47.5°			

表 8: 在 ($\Delta n d=230\text{nm}; \lambda=550\text{nm}$) 并且 Φ^* 被强加在 0° 时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例

本发明的变型

上述公开内容涉及左旋液晶。

当液晶是右旋时, 本发明理所当然也是有效的。

在这种情况下, 通过颠倒 Φ_U 和 Φ_T 的符号来获得等价配置。通过颠倒 P 的和 A 的符号来获得偏光器 40 和检偏器 10 的最佳取向。通过举例的方式, 对应于左旋情况的表 2'、3、5、6 和 8 的右旋表分别在表 9、10、11、12 和 13 中给出。

$\Delta n d$	Φ_U imp	$\Phi_T=\Phi_U\pi$ imp	P	A	Lwhite $\Phi_T=\Phi_U\pi$	Lblack Φ_U	CR	X	Y
--------------	-----------------	---------------------------	---	---	------------------------------	--------------------	----	---	---

230nm 同表2	0°	180°	52° -38°	38° -52°	0.978	0.0079	123	0.338	0.34
230nm 修改	0°	180°	70° -20°	33° -57°	0.83	0.012	67	0.317	0.321

表9（相应于2'）：在230nm延迟和强加 Φ 时，为了改善白色的色度而“修改”的配置——右旋液晶的情况

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	-26°	-21°	50° -40°	19° -71°	0.989	0.0098	101
10°	-21°	-11°	55° -35°	24° -66°	0.989	0.0066	150

表10（相应于3）：在（ $\Delta nd=310\text{nm}$; $\Phi_{\text{opt}}=-149^\circ$; $\lambda=550\text{nm}$ ）并且 Φ^* 自由时，对于不同弹性去耦值的解决方案举例——右旋液晶的情况

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	-11.5°	-6.5°	50° -40°	33.5° -56.5°	0.997	0.0066	151
10°	-6.5°	3.5°	55° -35°	38.5° -51.5°	0.997	0.0083	119

表11（相应于5）：在（ $\Delta nd=230\text{nm}$; $\Phi_{\text{opt}}=-163.5^\circ$; $\lambda=550\text{nm}$ ）并且 Φ^* 自由时，对于不同弹性去耦值的解决方案举例——右旋液晶的情况。

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	0°	5°	60° -30°	35.5° -54.5°	0.926	0.002	380
10°	0°	10°	60° -30°	34.5° -55.5°	0.948	0.0017	544

表 12 (相应于 6): 在 ($\Delta n d = 310 \text{ nm}$; $\lambda = 550 \text{ nm}$) 并且 Φ^* 被强加在 0° 时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例——右旋液晶的情况

DE	Φ^*	Φ_U	P	A	Lwhite Φ_T	Lblack Φ_U	CR
5°	0°	5°	54.5° -35.5°	40° -50°	0.987	0.009	110
10°	0°	10°	58° -32°	42.5° -47.5°	0.993	0.01	94

表 13 (相应于 8): 在 ($\Delta n d = 230 \text{ nm}$; $\lambda = 550 \text{ nm}$) 并且 Φ^* 被强加在 0° 时, 对于不同弹性去耦值的解决方案举例——右旋液晶的情况

参考文献

Document [1]: patent FR 2740894

Document [2]: "Fast bistable nematic display using monostable surface anchoring switching" Proceeding SID 1997, p41-44

Document[3]: "Recent improvements of bistable nematic displays switched by anchoring breaking "SPIE vol. 3015 (1997), p61-69

Document [4]: patent US 2003/0076455

Document [5] : "Dynamic flow, broken surface anchoring, and switching bistability in three-terminal twisted nematic liquid crystal displays" Journal of Applied Physics, vol 90, no. 6, p 3121-3123 (2001)

Document [6]: patent FR 2808891

Document [7]: "Optical optimisation of surface controlled bistable twisted nematic liquid crystal displays" Proceeding SID 2000, p 241-243

Document [8]: patent FR 2808890

Document [9]: "Thin Crystal film polarizers and retarders", Proc of SPIE vol 4658, p 79-90. 2002

Document [10]: "Reflective bistable nematic displays (BiNem[®]) fabricated by standard manufacturing equipment", Journal of the SID 11/1.2003, 217-224

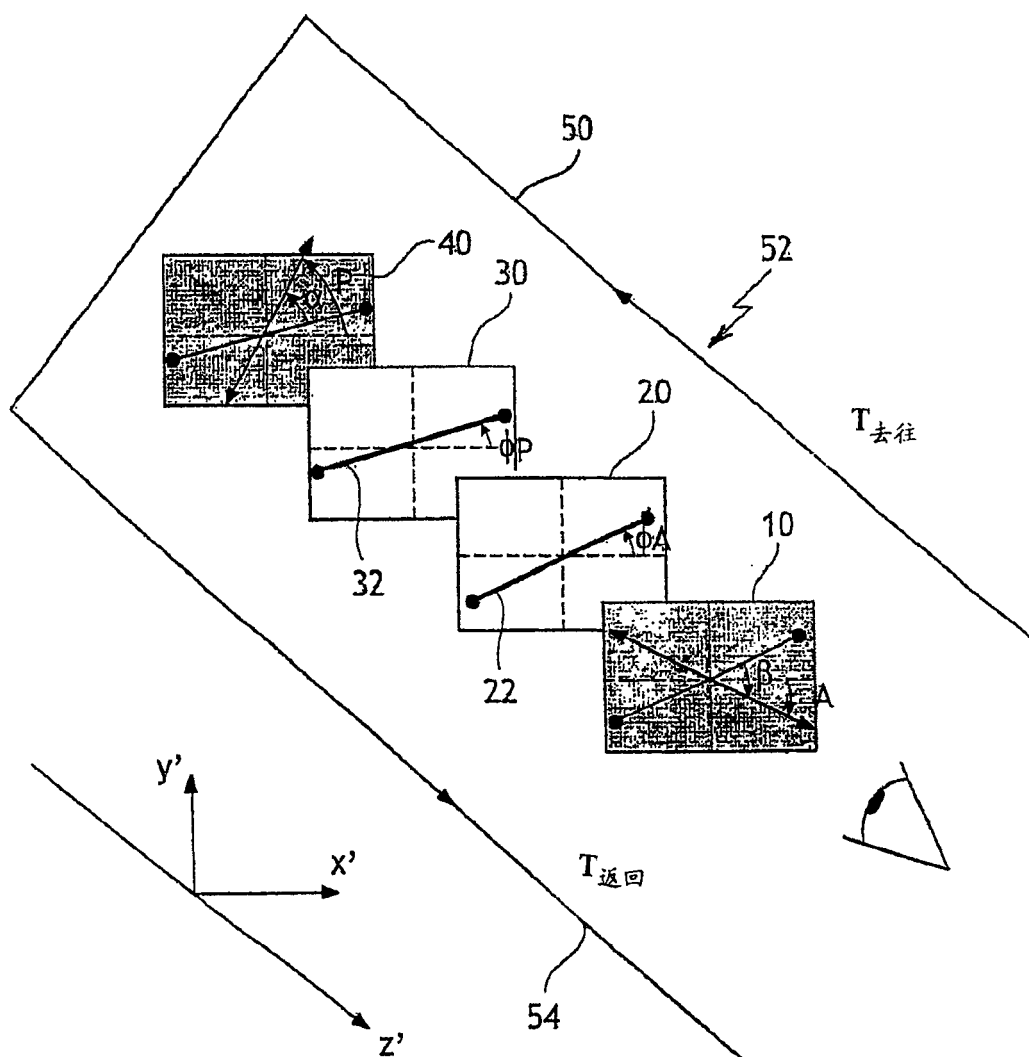


图 1

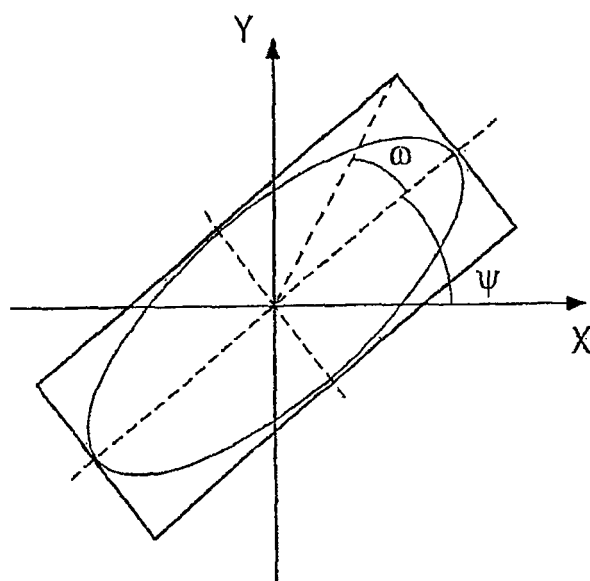
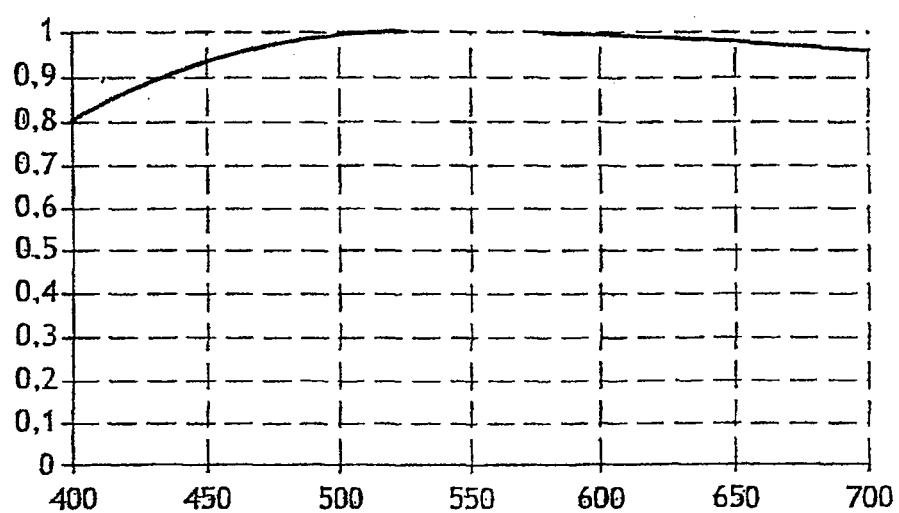


图 2

3a



3b

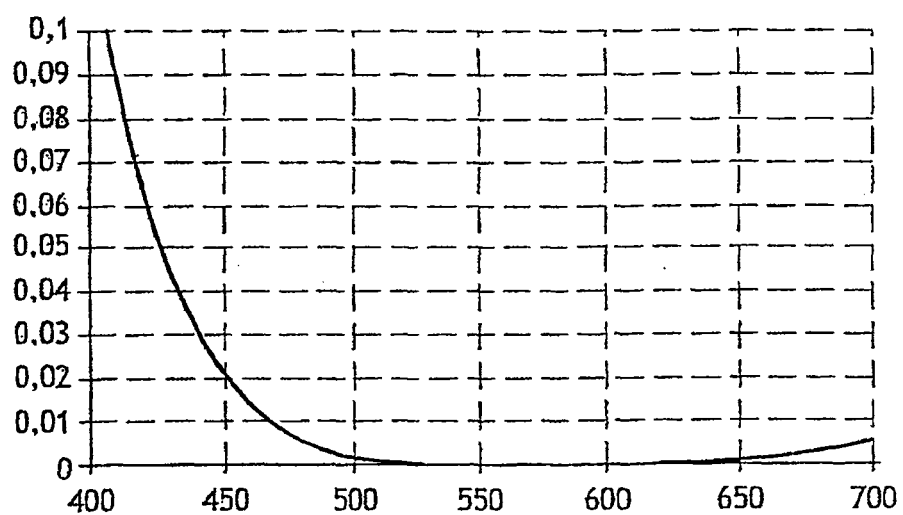
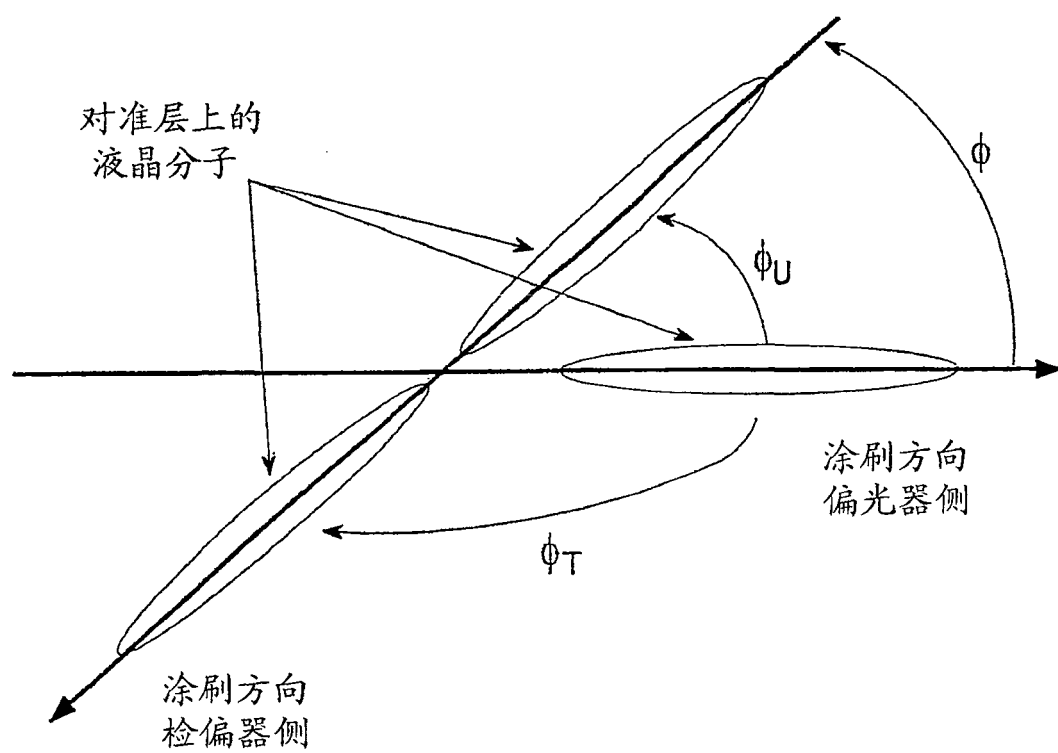


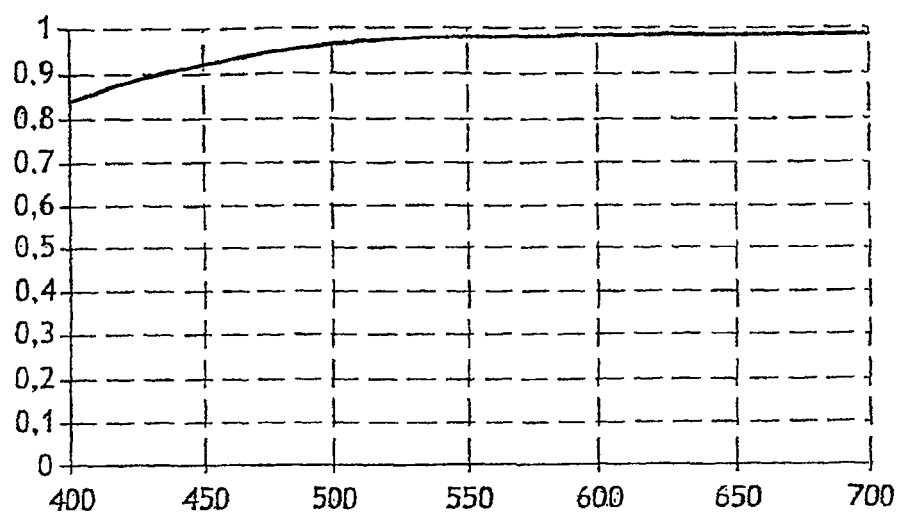
图 3



$$\phi_T - \phi_U = -\pi$$

图 4

5a



5b

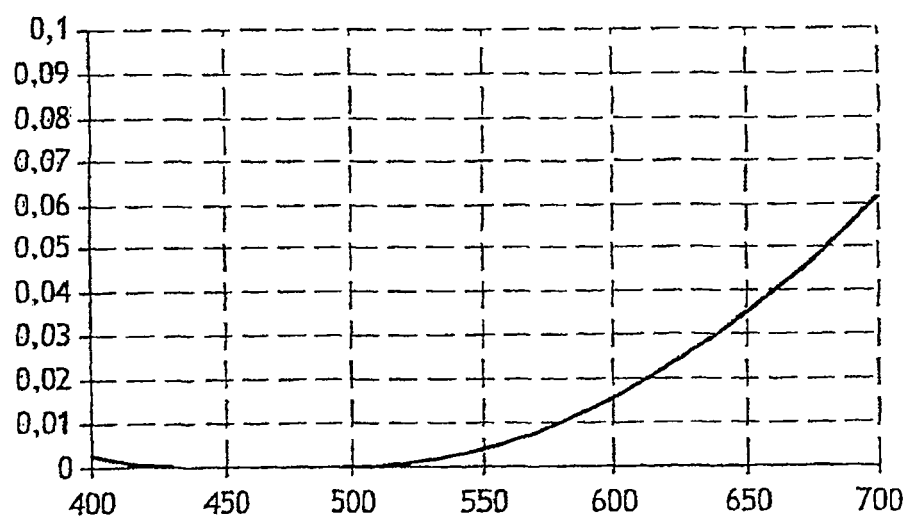
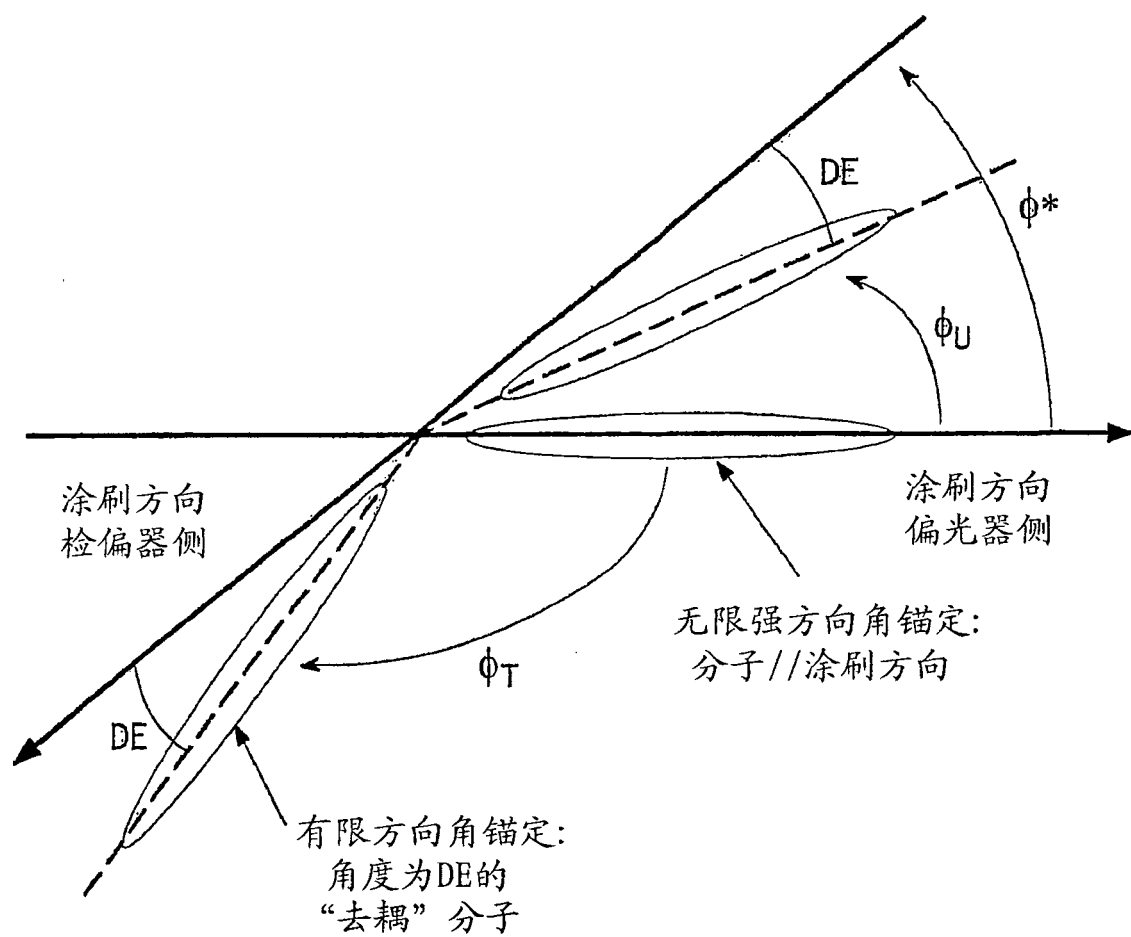


图 5



$$\phi_T - \phi_U = -\pi + 2.DE$$

图 6

专利名称(译)	具有白优化双稳态向列屏幕的显示装置和用于限定所述装置的方法		
公开(公告)号	CN100541303C	公开(公告)日	2009-09-16
申请号	CN200480034961.9	申请日	2004-11-25
[标]发明人	C茹贝尔 D斯特内斯库 A卡顿 P达维		
发明人	C·茹贝尔 D·斯特内斯库 A·卡顿 P·达维		
IPC分类号	G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1391		
代理人(译)	魏军		
审查员(译)	任志伟		
优先权	2003013991 2003-11-28 FR		
其他公开文献	CN1997934A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种在没有电场的情况下具有通过锚定中断而获得的双稳态的向列液晶显示装置，其特征在于，该向列液晶显示装置包括两个偏光器(10，40)，第一偏光器(10)置于观察者一侧，另一个偏光器(40)置于液晶单元的相对侧，其中后者至少部分反射以便限定反射模式或透射反射模式。这两个偏光器(10，40)的取向被偏移，该偏移值等于大约 $\pm 30^\circ$ 下的所述单元的旋光力。

