

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/13363 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410034394.9

[45] 授权公告日 2008 年 6 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100394276C

[22] 申请日 2004.4.15

[21] 申请号 200410034394.9

[30] 优先权

[32] 2003.4.15 [33] JP [31] 110153/03

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 中村浩三 岸本觉

[56] 参考文献

JP10003081A 1998.1.6

US2002033923A1 2002.3.21

JP2001272542A 2001.10.5

JP2001188232A 2001.7.10

审查员 张梦欣

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张雪梅 叶恺东

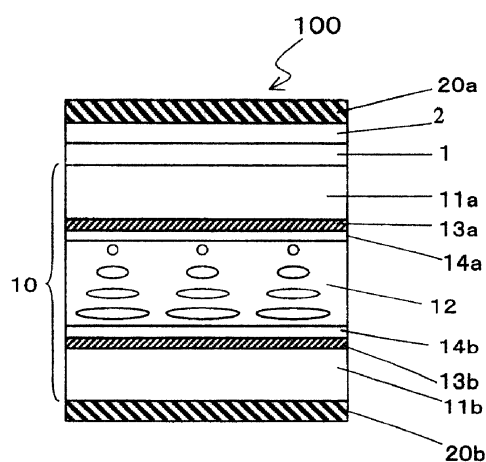
权利要求书 2 页 说明书 22 页 附图 9 页

[54] 发明名称

液晶显示装置和多层相位板

[57] 摘要

一种扭曲向列液晶显示装置进行标准黑色模式的显示操作。液晶显示装置包括一液晶单元和两个偏振器。液晶单元包括两个基板和夹在它们中间的液晶层。两个偏振器互相对面，液晶单元插在它们中间。液晶显示装置还包括：第一光学补偿器，它提供在两个偏振器之一和液晶单元之间，补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的旋转角的波长依赖性；和第二光学补偿器，它提供在第一光学补偿器和该偏振器之间，从而补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性。



1. 一种扭曲向列液晶显示装置, 用于在标准黑色模式下进行显示操作, 该液晶显示装置包括

一液晶单元, 它包括两个基板和夹在两个基板之间的液晶层, 和两个互相面对的偏振器, 液晶单元插入它们之间,

其中液晶显示装置还包括

第一光学补偿器, 它提供在两个偏振器之一和液晶单元之间, 从而补偿通过黑色显示状态液晶层的偏振光的旋转角的波长依赖性, 和

第二光学补偿器, 它提供在第一光学补偿器和该偏振器之间, 从而补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性,

其中第一光学补偿器提供延迟, 并在平行于液晶层定义的平面内有慢轴, 并且

其中第一光学补偿器具有 75nm 到 210nm 的平面内延迟 Re_1 , 并且

其中第一光学补偿器的慢轴确定相对于黑色显示状态中液晶分子的取向方向有 85° 到 95° 的角, 液晶分子包括在液晶层中并位于两个基板中更接近于第一光学补偿器的基板附近,

其中第二光学补偿器提供延迟, 并且在平行于液晶层定义的平面内有慢轴, 并且

其中, 第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 和液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq \text{Re}_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$, 并且

其中第二光学补偿器的慢轴确定相对于黑色显示状态中的液晶分子的取向方向有 42° 到 48° 的角, 液晶分子包含在液晶层中并位于两个基板中更接近于第一光学补偿器的基板附近。

2. 权利要求1的液晶显示装置, 其中如果偏振光通过黑色显示状态的液晶层, 第一光学补偿器具有如下功能, 不改变具有特定波长的线性偏振光线的偏振方向, 但将具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线的椭圆长轴方向与线性偏振光线的偏振方向对准。

3. 权利要求2的液晶显示装置, 其中如果偏振光通过黑色显示状态的液晶层, 第二光学补偿器具有如下功能, 使具有特定波长的线性偏振光线按原样地通过, 但把具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线改变为线性的偏振光线。

4. 权利要求 2 的液晶显示装置,

其中第一光学补偿器的慢轴和平面内延迟的波长色散特性, 根据通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的旋转角波长依赖性调整到预定值, 从而允许第一光学补偿器执行功能。

5. 权利要求 3 的液晶显示装置,

其中第二光学补偿器的慢轴和平面内延迟的波长色散特性, 根据通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性调整到预定值, 从而允许第二光学补偿器执行功能。

6. 权利要求 2 的液晶显示装置, 其中特定波长在 450nm 到 600nm 的范围内。

7. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中液晶层在黑色显示状态有 390nm 到 550nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 。

8. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中第一和第二光学补偿器比液晶单元更接近观众。

9. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中第一和第二光学补偿器比液晶单元更远离观众。

10. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中第一光学补偿器是具有单轴光学各向异性的相位膜。

11. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中第二光学补偿器是具有单轴光学各向异性的相位膜。

12. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中另一个偏振器的透射轴平行于或垂直于黑色显示状态中液晶分子的取向方向, 液晶分子包括在液晶层中, 并且位于更接近于第一光学补偿器的基板附近。

13. 权利要求 1 的液晶显示装置, 其中液晶层具有 85 度到 95 度的扭曲角。

液晶显示装置和多层相位板

技术领域

本发明涉及一种液晶显示器 (LCD)，尤其涉及一种进行标准黑色模式显示操作的扭曲向列 (TN) LCD。本发明还涉及一种用在这种 LCD 中的多层相位板。

背景技术

当前广泛使用进行标准白色 (Normally White) 模式的显示操作的 TN LCD。

在标准白色模式 LCD 中，每个像素不被其相关联像素电极覆盖的部分 (例如，总线和像素电极之间的间隙)，总不提供电压并总透光。该光线在白色显示状态不会引起问题，但是在黑色显示状态会成为不想要的泄漏光，从而降低显示屏的反差比。考虑到这一潜在问题，前基板通常包括一个不透明层来减小这种光泄漏。

为了增加把一个 LCD 的两个基板结合在一起的可允许容限，这样的不透明层的面积通常设置的比光泄漏区域的总面积更大，由此显著降低了像素的孔径比。因此，这样的不透明层构成实现具有足够高孔径比的 LCD 的主要的障碍。

因此，为了克服这一问题，已经提出了用于执行不施加电压的黑色显示操作的标准黑色模式 LCD。标准黑色模式 TN LCD 以液晶分子取向为液晶层厚度方向上的扭曲图案执行黑色显示操作。

然而在标准黑色模式 TN LCD 中，它的液晶层的折射率各向异性通常具有波长依赖性 (或波长色散特性)，从而引起有色的黑色显示的另一问题。

下文将说明该问题是如何发生在液晶层中的，此时控制液晶层的延迟 $\Delta n \cdot d$ 从而设置它的第一最小情况为 550nm。如果具有 550nm 波长的线性偏振光线允许入射到该黑色显示状态的液晶层上 (即，液晶分子取向为 90 度扭曲角)，则入射的线性偏振光线在离开液晶层时，将具有旋转 90 度的偏振方向。那就是说，出射的线性偏振光线的偏振方向将垂直于入射的线性偏振光线的偏振方向。但是，由于液晶层的折射率各向异性具有波长色散特性，入射的任意其他波长的线性偏振光

线在离开液晶层时将是椭圆偏振光线。而且,这样的椭圆偏振光线的长轴方向与具有 550nm 波长的出射线性偏振光线的偏振方向不在一条线上。长轴方向这种失准对扭曲取向的液晶层是独特的,并且在任何非扭曲均匀取向液晶层中都观察不到。

以这种方式,在标准黑模式 TN LCD 中,已经穿过其黑色显示状态的液晶层的光不仅包括想要的线性偏振光,还包括其他成分。550nm 波长的线性偏振光线由靠近 LCD 的观众的偏振器阻挡,而其他波长的光线传输过同一偏振器到一定程度。结果,黑色显示在某种程度上是有色的,并且反差比降低。

为了克服这一问题,Sergan和其他三个人在1998年3月的Jpn. J. Appli. Phys., Vol. 37, 889-894 页的“Achromatic Normally Black Twisted Nematic Device with Wide Viewing Angle Using Negative-In-Plane Compensation Films”中提出了用多个相位膜做彩色补偿的方法。用扭曲相位板的彩色补偿方法也在日本公开出版 NO. 2001-188232 中提出,其中扭曲相位板的慢轴在厚度方向上扭曲,并具有与液晶层的相反的波长依赖性。

但是,前一技术使用多个相位薄膜,因此增加了生产成本和显示装置的厚度。而根据后一技术,扭曲相位板的生产率太低以至于不能在工业上使用,因此也增加生产成本。

发明内容

为了克服上述问题,本发明的优选实施例提供一种标准黑色模式扭曲向列液晶显示装置,该装置能够在进行黑色显示操作时将不想要的颜色最小化并将反差比大大增加,并能够以低成本生产,并且本发明还提供多层相位板,它能够有效地用于这种液晶显示装置。

根据本发明的优选实施例的扭曲向列液晶显示装置优选在标准黑色模式下进行显示操作。液晶显示装置优选包括一液晶单元和两个偏振器。液晶单元优选包括两个基板和夹在两个基板之间的液晶层。两个偏振器最好互相面对,液晶单元插入它们之间。液晶显示装置优选还包括第一光学补偿器和第二光学补偿器。第一光学补偿器优选提供在两个偏振器之一和液晶单元之间,从而补偿通过黑色显示状态液晶层的偏振光的旋转角波长依赖性。第二光学补偿器优选提供在第一光

学补偿器和该偏振器之间，从而补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性。

在本发明的一个优选实施例中，如果偏振光通过黑色显示状态的液晶层，第一光学补偿器优选具有几乎不改变特定波长的线性偏振光线的偏振方向，但将具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线的椭圆长轴方向与线性偏振光线的偏振方向基本对准的功能。

在该特定优选实施例中，如果偏振光通过黑色显示状态的液晶层，第二光学补偿器优选具有使具有特定波长的线性偏振光线象原来一样地通过，但把具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线改变为基本上线性的偏振光线的功能。

根据本发明的另一个优选实施例的扭曲向列液晶显示装置优选进行标准黑色模式的显示操作。液晶显示装置优选包括一液晶单元和两个偏振器。液晶单元优选包括两个基板和夹在两个基板之间的液晶层。两个偏振器优选互相面对，液晶单元插入它们之间。液晶显示装置优选还包括第一光学补偿器和第二光学补偿器。第一光学补偿器优选提供在两个偏振器之一和液晶单元之间，第二光学补偿器优选提供在第一光学补偿器和该偏振器之间。当偏振光通过黑色显示状态的液晶层时，第一光学补偿器优选具有几乎不改变特定波长的线性偏振光线的偏振方向，但将具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线的椭圆长轴方向与线性偏振光线的偏振方向基本对准的功能，而第二光学补偿器优选具有使具有该特定波长的线性偏振光通过，但把具有比该特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线改变为基本上线性的偏振光线的功能。

在本发明的一个优选实施例中，第一光学补偿器优选展示延迟，并优选在平行于液晶层定义的平面内有慢轴。第一光学补偿器的慢轴和平面内延迟波长色散特性，根据通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的旋转角波长依赖性优选调整到预定值，从而允许第一光学补偿器执行功能。

在本发明的一个优选实施例中，第二光学补偿器优选展示延迟，并优选在平行于液晶层定义的平面内有慢轴。第二光学补偿器的慢轴和平面内延迟波长色散特性，根据通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性优选调整到预定值，从而允许第二光学补偿器

执行功能。

在再一个优选实施例中，该特定波长优选在 450nm 到 600nm 的范围内，在 500nm 到 600nm 的范围内更好。

在再另一个优选实施例中，液晶层优选具有黑色显示状态中 390nm 到 550nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ ，在 420nm 到 520nm 更好，在 440nm 到 480nm 特别好。

在再另一优选实施例中，第一光学补偿器优选展示延迟，并优选在平行于液晶层定义的平面内有慢轴。第一光学补偿器优选具有 75nm 到 210nm 的平面内延迟 Re_1 。第一光学补偿器的慢轴优选确定关于黑色显示状态中液晶分子的取向方向有 85 度到 95 度的角。液晶分子优选包括在液晶层中并位于两个基板中更接近于第一光学补偿器的那个附近。第一光学补偿器更优选具有 105nm 到 175nm 的平面内延迟 Re_1 。第一光学补偿器的慢轴更优选确定对于黑色显示状态的液晶分子的取向方向有 86 度到 94 度角，更优选确定接近 90 度的角。

在再另一个优选实施例中，第二光学补偿器优选展示延迟，并且优选在平行于液晶层定义的平面内有慢轴。第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 和液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 优选满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ 。第二光学补偿器的慢轴优选确定关于黑色显示状态中的液晶分子的旋转方向有 42 度到 48 度的角。液晶分子优选包含在液晶层中并位于两个基板中更接近于第一光学补偿器的那个附近。第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 和液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 更优选满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 55 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 75$ 更好。第二光学补偿器的慢轴更优选确定关于黑色显示状态中的液晶分子的取向方向有 43 度到 47 度的角，特别优选确定近似 45 度角。

根据本发明的再另一个优选实施例的扭曲向列液晶显示装置优选在标准黑色模式下实施显示操作。液晶显示装置优选包括液晶单元和两个偏振器。液晶单元优选包括两个基板，夹在两个基板之间的液晶层，和提供在两个基板上面对液晶层的两个对准层。两个偏振器优选互相面对，液晶单元插入它们之间。液晶显示装置优选还包括分别在两个偏振器之一和液晶单元之间的第一光学补偿器，和在第一光学补偿器和那个偏振器之间的第二光学补偿器。液晶层优选有黑色显示状态的 390nm 到 550nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 。第一和第二光学补偿器中的每个

优选展示延迟，并优选在平行于液晶层定义的平面内有慢轴。第一光学补偿器优选具有 75nm 到 210nm 的平面内延迟 Re_1 ，并且第一光学补偿器的慢轴优选确定关于黑色显示状态中液晶分子的取向方向有 85 度到 95 度的角。液晶分子优选包括在液晶层内并位于两个基板中更接近于第一光学补偿器的那个附近。第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 和液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 优选满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ ，并且第二光学补偿器的慢轴优选确定关于黑色显示状态中的液晶分子的取向方向有 42 度到 48 度的角。

在本发明的一个优选实施例中，第一和第二光学补偿器优选比液晶单元更接近观众。

在另一个优选实施例中，第一和第二光学补偿器优选比液晶单元更远离观众。

在仍然另一个优选实施例中，第一光学补偿器优选是具有单轴光学各向异性的相位膜。

在仍然另一个优选实施例中，第二光学补偿器优选是具有单轴光学各向异性的相位膜。

在再另一个优选实施例中，其他偏振器的透射轴优选基本上平行或基本上垂直于黑色显示状态中液晶分子的旋转方向。液晶分子优选包括在液晶层中，并且优选位于接近于第一光学补偿器的基板附近。

在再另一个优选实施例中，液晶层优选具有 85 度到 95 度的扭曲角。

一种根据本发明的优选实施例的具有多层结构的多层相位板包括第一层和第二层。第一和第二层优选都在平行于该层定义的平面内有慢轴并优选展示延迟。第一层优选具有 75nm 到 210nm 的平面内延迟。第二层优选具有 220nm 到 320nm 的平面内延迟。第二层的慢轴优选确定关于第一层的慢轴有 42 度到 48 度的角。

在本发明的一个优选实施例中，第二层的慢轴优选确定关于第一层的慢轴有近似 45 的角。

在另一个优选实施例中，多层相位板优选用在实施标准黑色模式显示操作的扭曲向列液晶显示装置中。

通过下文参照附图进行的本发明的优选实施例的详细说明，本发明的其他特征、元件、方法、步骤、特性和优点将更明显。

附图说明

图 1 是示意性说明根据本发明的优选实施例的 LCD 100 的横截面图。

图 2 示出了一个 Poincaré 球体。

图 3A 和 3B 示出了通过液晶层的光线的偏振状态。

图 4 是表示由聚碳酸酯制成的相位膜的平面内延迟和由聚乙烯醇制成的相位膜的平面内延迟的波长色散特性。

图 5A 和 5B 示出了通过第一光学补偿器的光线的偏振状态。

图 6A 和 6B 示出了通过第二光学补偿器的光线的偏振状态。

图 7 示意性示出了通过黑色显示状态的 LCD 100 时光线如何改变它的偏振状态。

图 8A 是表示 LCD 100 的电学光学特性的曲线。

图 8B 是表示黑色显示状态的 LCD 100 的光谱的透射特性的曲线。

图 9 是表示液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 和反差比之间关系的曲线。

图 10 是表示第一光学补偿器的平面内延迟 Re_1 和反差比之间关系的曲线。

图 11 是表示角 α 和反差比之间关系的曲线，角 α 定义为第一光学补偿器的慢轴相对于黑色显示状态中液晶分子的取向方向的角，液晶分子位于两个基板中离第一光学补偿器更近的那个附近。

图 12 是表示液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 和产生最大反差比的第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 之间关系的曲线。

图 13 是表示第二光学补偿器的平面内延迟 Re_2 和反差比之间关系的曲线。

图 14 是表示角 β 和反差比之间关系的曲线，角 β 定义为第二光学补偿器的慢轴相对于黑色显示状态中液晶分子的取向方向的角，液晶分子位于两个基板中离第一光学补偿器更近的那个附近。

图 15 是示意性说明根据本发明的另一个特定优选实施例的 LCD 100' 的横截面图。

图 16A 是示意性说明根据本发明的特定优选实施例的多层相位板 200 的透视图。

图 16B 是多层相位板 200 的部件分解透视图。

具体实施方式

下面将参照附图说明本发明的优选实施例。应当注意到本发明决不限于以下的特定优选实施例。

图 1 示意性说明了根据本发明的特定优选实施例的液晶显示器 (LCD) 100 的结构。

如图 1 所示, LCD 100 优选包括一液晶单元 10 和两个偏振器 20a 和 20b, 偏振器互相面对, 液晶单元 10 夹在它们之间。LCD 100 优选是用于以标准黑色模式执行显示操作的扭曲向列 (TN) LCD。

液晶单元 10 优选包括两个基板 11a 和 11b (这里将分别称为“前基板”和“后基板”) 和夹在它们之间的液晶层 12。液晶层 12 中的液晶分子的取向状态优选由两个电极 13a 和 13b 控制, 两个电极彼此相对, 液晶层插在它们之间。图 1 示意性说明了包括在液晶层 12 中的液晶分子, 当前没有对液晶层施加电压。液晶分子典型地具有 85 度到 95 度的扭曲角。而且, 在该优选实施例中, 液晶层 12 优选设计成液晶分子从后基板 11b 向前基板 11a 逆时针方向扭曲。

如果液晶单元 10 由有源矩阵寻址技术驱动, 则电极 13a 和 13b 优选分别是提供给每个像素的像素电极和面对像素电极的反向电极, 优选给液晶单元 10 的每个像素提供诸如 MIM 元件或 TFT 的有源部件。另一方面, 如果液晶单元 10 由简单矩阵寻址技术驱动, 则电极 13a 和 13b 优选是条纹状电极。

在该优选实施例中, 两个对准层 14a 和 14b 优选分别提供在前基板 11a 和后基板 11b 上, 从而接触液晶层 12。对准层 14a 和 14b 可以是已经受到摩擦处理的水平对准膜。

配置在液晶单元 10 外部的偏振器 20a 和 20b, 优选使它们的透射轴确定为能够在不向液晶层 12 施加电压的情况下实施黑色显示操作。

该 LCD 100 在标准黑色模式下实施显示操作。因此, 不像标准白色模式, 不需要为每个象素不被电极覆盖的部分提供任何不透明层, 因此能够以大大增加的孔径比显示明亮图像。

该优选实施例的 LCD 100 优选还包括第一光学补偿器 1 和第二光学补偿器 2。第一光学补偿器 1 优选提供在靠近观众的偏振器 20a 和液晶单元 10 之间。另一方面, 第二光学补偿器 2 优选提供在第一光学补偿器 1 和偏振器 20a 之间。下面, 将详细说明第一光学补偿器 1 和第

二光学补偿器 2 的功能.

首先已经在黑色显示状态下透射过液晶层 12 的光的偏振状态将用 Poincaré 球体来说明。如图 2 所示, Poincaré 球体用表示偏振状态的斯托克司参数 S_0 , S_1 , S_2 和 S_3 确定, 当正交坐标系统的三个轴用其他三个斯托克司参数 S_1 , S_2 和 S_3 确定时它的半径用斯托克司参数 S_0 (强度) 确定。也就是说, 出射光的偏振状态用 Poincaré 球体上的一个点表示。这样的表示方法称为“Poincaré 球体表示法”。

对于 Poincaré 球体上一个给定的点, 其纬度 La 通过将椭圆率角度加倍获得, 其经度 Lo 通过将椭圆长轴的方位角加倍获得, 并且正椭圆率角度表示右圆偏振光。因此, 右偏振光线表示在 Poincaré 球体的北半球上, 而左偏振光线表示在南半球上。而且, 具有零度椭圆率角的光线 (即线性偏振光线) 表示在赤道上, 右圆偏振光线表示在北极上, 而左圆偏振光线表示在南极上。

图 3A 和 3B 示出了在黑色显示状态下借助偏振器 20b 作为线性偏振光线进入液晶层 12 并接着离开液晶层的光线的偏振状态。特别是, 图 3A 是 Poincaré 球体上的点向由 S_2 和 S_3 轴确定的平面上的垂直投影, 而图 3B 是 Poincaré 球体上的点向由 S_1 和 S_3 轴确定平面上的垂直投影。图 3A 和 3B 示出了具有 400nm 到 700nm 的波长的光线。这时, 液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 是 480nm, 因此满足关于具有 550nm 波长的光的第一最小条件。应当注意到“前延迟 $\Delta n \cdot d$ ”是由液晶层 12 对于已经垂直入射到该层表面的光线展示的延迟 (即, 在厚度方向上)。

在图 3A 中, 不同的 S_2 坐标表示不同的偏振光线的长轴方向, $S_2 = 0$ 表示偏振光线的长轴方向垂直于将进入液晶层 12 的线性偏振光线的极化方向。如这里用到的, “偏振光线的长轴方向”不仅指椭圆偏振光线的椭圆长轴方向, 而且指除非另外提到的线性偏振光的偏振方向。而且, 在图 3A 和 3B 中, 不同的 S_3 坐标表示不同的偏振光线的椭圆率。特别是, $S_3 = 0$ 表示线性偏振光线, $S_3 = 1$ 表示右圆偏振光线, 而 $S_3 = -1$ 表示左圆偏振光线。

如图 3A 所示, 具有 550nm 波长的偏振光线的长轴方向 (用开正方形 $\square$ 表示) 垂直于进入液晶层 12 的线性偏振光线的偏振方向。同时, 具有任意其他波长的偏振光线 (例如具有 450nm 波长的偏振光线用开三角形 $\triangle$ 表示, 具有 650nm 波长的偏振光线用开圆 $\circ$ 表示) 与具有 550nm

波长的光具有不同的长轴方向。而且，具有 550nm 波长的偏振光线是线性偏振光线，而具有其他波长的偏振光线不是线性偏振光线，而是椭圆偏振光线。

已经看出，在 TN LCD 100 中，不是透射过黑色显示状态的液晶层 12 的所有的光而是只有具有特定波长的一部分光（即，在该例子中为具有 550nm 波长的光线）是想要的线性偏振光线。因此，透射过液晶层 12 的偏振光线可以具有随着波长变化的各种任意的长轴方向和椭圆率。那就是说，已经通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线的“旋转角”和“椭圆率”具有波长依赖性（或波长色散）。偏振光线的“旋转角”表示以度表示的由液晶层 12 在偏振光线的长轴方向上引起的变化。偏振光线的“椭圆率”是椭圆的长轴和短轴的比，椭圆长轴从垂直于传播方向的平面上的偏振光线的电矢量取出。因此，线性偏振光线椭圆率为 0，而圆偏振光线椭圆率为 1。

LCD 100 的第一光学补偿器 1 优选补偿已经通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线的“旋转角”的波长依赖性（或波长色散）。

在通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光中，第一光学补偿器 1 典型地具有几乎不改变具有特定波长的线性偏振光线的偏振方向而将具有比特定波长更短或更长的波长的椭圆偏振光线的椭圆长轴方向与线性偏振光线的偏振方向基本上对准的功能。在该优选实施例中，第一光学补偿器 1 优选几乎不改变具有 550nm 波长的偏振光线的长轴方向，它已经获得了理想的偏振状态，并优选将具有另一波长的偏振光线的长轴方向与具有 550nm 波长的偏振光线的长轴方向基本上对准。

具有这些功能的第一光学补偿器 1 优选安排为第一光学补偿器 1 具有在平行于液晶层 12 定义的平面内的慢轴，并且该慢轴基本上垂直于更靠近第一光学补偿器 1 布置的对准层 14a 的取向控制方向。那就是说，第一光学补偿器 1 优选安排为它的慢轴基本上垂直于更靠近黑色显示状态的第一光学补偿器 1 布置的基板 11a 附近的液晶分子的取向方向。通过采用这样的安排，在具有 550nm 波长的光中将不产生相位差，而在具有另一波长的光线中可以产生相位差。结果，具有另一波长的偏振光线的长轴方向能够被改变，而基本上不改变具有 550nm 波长的偏振光线的长轴方向。

由光通过具有这样的慢轴的第一光学补偿器 1 引起的偏振状态的

改变, 等效于逆时针绕 $S_2 = 0$ 和 $S_3 = 0$ 点旋转图 3A 所示的图表中的任意点。因此, 具有另一波长的光线的经度可被改变, 而不改变原来用 $S_2 = 0$ 和 $S_3 = 0$ 点表示的具有 550nm 波长的光线的经度。

在图 3A 所示的曲线中, 旋转程度随着第一光学补偿器 1 具有的在平行于液晶层 12 定义的平面内的延迟量的变化而改变。因此, 通过适当调整第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 的大小, 图 3A 所示的曲线的旋转度数和偏振光线长轴方向的变化都能够被控制。

然而, 从图 3A 能够看出, 已经通过液晶层 12 的具有相应波长的光线没有沿着 Poincaré 球体上的赤道排列, 也没有分布在图 3A 所示的曲线上的线中。因此, 为了进一步减小偏振光线的经度变化和长轴方向的偏移, 光线优选根据其相应波长改变它们的旋转度数, 而不是不管它们的波长如何旋转到相同的度数。

例如, 如果第一光学补偿器 1 具有平面内延迟 Re_1 , 它是光线波长的四分之一, 则在图 3A 所示的曲线上该光线逆时针方向旋转接近 90 度。但是, 如果第一光学补偿器 1 对具有任意波长的光线都用作 $\lambda/4$ 片, 则每个具有任意波长的光线都将逆时针旋转接近 90 度。这样, 在同一经度上安排所有那些具有各种波长的光线会很困难。

在该优选实施例中, 波长比 550nm 短的光线和波长比 550nm 长的光线优选如图 3A 和 3B 所示分布在 $S_3 < 0$ 的区域。因此, 通过分别旋转波长比 550nm 短的光线大于 90 度的角, 并且旋转波长比 550nm 长的光线以小于 90 度的角, 偏振光线的长轴方向上的偏移能够被进一步减小。

为了根据波长适当确定旋转度数, 能够使用第一光学补偿器的平面内延迟 Re_1 的波长色散特性。假定第一光学补偿器 1 对于波长为 λ 的光线的平面内延迟定义为 $Re_{1,\lambda}$, 图 3A 或 3B 所示的曲线中波长为 λ 的光线的旋转角度 θ_1 由下式给出:

$$\theta_1 = 360 \times Re_{1,\lambda} / \lambda \text{ (度)}$$

因此, 通过适当定义 $Re_{1,\lambda}$, 具有任意波长的光线能够有其所需的旋转角度 θ_1 , 偏振光线的长轴方向的偏移能够进一步减少, 偏振光线的长轴方向能够基本上互相对准。

通过根据通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线的旋转角度的波长依赖性, 定义第一光学补偿器 1 的慢轴和平面内延迟 Re_1 的波长色

散特性为预定模式（即，偏振光线的长轴方向能够互相对准），第一光学补偿器 1 能够执行它的预期功能。

对于第一光学补偿器 1，优选使用这样的相位膜，它由具有单轴光学各向异性的聚碳酸酯制成，对于 550nm 波长的光线有 138nm 的平面内延迟 Re_1 ，具有图 4 中用实心菱形 $\blacklozenge$ 表示的波长色散特性。图 4 中，对于具有 550nm 波长的光线的平面内延迟是 1。

图 5A 和 5B 示出了已经通过液晶层 12 和第一光学补偿器 1 的光线的偏振状态。特别是，图 5A 是 Poincaré 球体上的点在由 S_2 和 S_3 轴确定平面上的正交投影，而图 5B 是 Poincaré 球体上的点在由 S_1 和 S_3 轴确定平面上的正交投影。如图 5A 所示，通过使具有任意波长的光线通过第一光学补偿器 1，光线的 S_2 值能够基本上等于 550nm 波长的光线的 S_2 值。结果，具有相应波长的光线的长轴方向能够基本上互相对准。为了使第二光学补偿器 2 尽可能简单地执行它的光学补偿，偏振光线的长轴方向变化优选最小化。

如上所述，已经通过第一光学补偿器 1 的偏振光线在整个波长范围内在它们的长轴方向上显示很小的变化。然而，已经通过第一光学补偿器 1 的光线的 S_3 值（即，Poincaré 球体的纬度）随波长而变化。因此，出射光线不仅包括线性偏振分量，而且包括椭圆偏振分量。那就是说，这时在该点上，光的椭圆率仍然展示波长依赖性（即，波长色散）。

因此，优选提供第二光学补偿器 2，从而补偿已经通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线的“椭圆率”的波长依赖性（或波长色散）。

在通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光中，第二光学补偿器 2 典型具有使具有特定波长的线性偏振光和原来一样地通过而改变具有比特定波长短或长的波长的椭圆偏振光线为基本上线性的偏振光线的功能。在该优选实施例中，第二光学补偿器 2 优选使具有 550nm 波长的线性偏振光和原来一样地通过，并优选改变具有任意其他波长的椭圆偏振光线为基本上线性的偏振光线。

具有这样功能的第二光学补偿器 2 优选被安排成第二光学补偿器 2 具有在平行于液晶层 12 定义的平面内的慢轴，并且当液晶单元 10 从第二光学补偿器 2 观看时，该慢轴确定关于对准层 14a 的取向控制方向的逆时针方向有近似 45 度的角。那就是说，第二光学补偿器 2 优

选这样安排,使它的慢轴与黑色显示状态下更靠近第二光学补偿器 2 的基板 11a 附近的液晶分子的取向方向,确定有近似 45 度的角。

光线通过具有这样的慢轴的第二光学补偿器 2 所引起的偏振状态变化,等效于在图 5B 所示的曲线上的任意点绕 $S_1 = 0$ 和 $S_3 = 0$ 点逆时针旋转。在图 5B 所示的曲线中,旋转度数随着第二光学补偿器 2 具有的在液晶层 12 定义的平面内的延迟量而变化。因此,通过适当调整第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 的量,图 5B 所示的曲线上的旋转度和偏振光线的椭圆率变化都能够被控制。应当注意到如果液晶层 12 中的液晶分子以不同的方向扭曲(即,如果液晶层 12 设计为液晶分子从基板 11b 向基板 11a 顺时针旋转),则第二光学补偿器 2 优选布置位使它的慢轴关于靠近观众布置的基板 11a 附近的黑色显示状态中的液晶分子的取向方向顺时针有近似 45 度角。

在这种情况下,为了使波长 550nm 的线性偏振光线如原样通过,第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 可被调整,从而例如具有 550nm 波长的光线旋转近似 180 度。

然而,从图 5A 和 5B 能够看到,已通过液晶层 12 并接着通过第一光学补偿器 1 的具有相应波长的光线在 Poincaré 球体上具有相互不同的纬度和各不相同的 S_3 值(即,椭圆率)。因此,即使所有光线不管波长是多少,都同样旋转近似 180 度,不能补偿椭圆率的波长依赖性。因此,旋转度需要随着波长而改变。

在该优选实施例中,如图 5A 和 5B 所示,波长小于 550nm 的光线分布在 $S_3 > 0$ 的区域,波长大于 550nm 的光线分布在 $S_3 < 0$ 的区域。因此,通过旋转波长小于 550nm 的光线大于 180 度的角,而旋转波长大于 550nm 的光线小于 180 度的角,就能补偿椭圆率的波长依赖性。

为了根据波长适当确定旋转度,能够使用第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 的波长色散特性。假定图 5B 所示的曲线上,第二光学补偿器 2 关于波长为 λ 的光线的平面内延迟定义为 $Re_{2,\lambda}$, 波长为 λ 的光线的旋转度数 θ_2 由下式给出:

$$\theta_2 = 360 \times Re_{2,\lambda} / \lambda (\text{度})$$

因此,通过适当确定 $Re_{2,\lambda}$, 具有任意波长的光线能够具有其所需的旋转角度 θ_2 , 椭圆率的波长依赖性可被补偿。

通过根据通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线椭圆率的波长

依赖性,确定第二光学补偿器 2 的慢轴和平面内延迟 Re_2 的波长色散特性(即,偏振光线的椭圆率能够互相匹配),第二光学补偿器 2 能够执行它想要实现的功能。

对于第二光学补偿器 2,优选使用这样的相位膜,它由具有单轴光学各向异性的聚乙烯醇制成,对于 550nm 波长的光线用作 $\lambda/2$ 片,并具有图 4 中用实心正方形■表示的波长色散特性。

图 6A 和 6B 示出了已通过第一和第二光学补偿器 1 和 2 的光线的偏振状态。如图 6A 和 6B 所示,通过使具有任意波长的光线通过第二光学补偿器 2,光线的 S_1 值能够近似等于 0,并且光线能基本上变为线性偏振光线。这时,任意波长的光线的 S_2 值也近似等于 0,偏振光线的长轴方向基本上互相对准。因此,已经通过第一和第二光学补偿器 1 和 2 的光线是线性偏振光线,其几乎在整个可见辐射范围内有相同的偏振方向(其中,范围在 450nm 到 650nm 的用 Δ , $\square$ 和 $\circ$ 表示)。因此,通过使偏振器 20a 更靠近观众(下面将称为“前偏振器”)并且偏振器 20b 不太靠近观众(下面将称为“后偏振器”),从而满足预定的关系(例如,在该优选实施例中为交叉的尼古拉斯(Nicols)),已经通过黑色显示状态的液晶层 12 的光线能够在几乎整个可视辐射范围中非常有效地被前偏振器 20a 切断,从而把黑色显示中不想要的颜色最小化。结果, LCD 100 实现高反差比显示。

下面,将参照图 7 简要概述光线在通过黑色显示状态的 LCD 100 时是如何改变其偏振状态的。图 7 中, LCD 100 的各个部件示意性地放在左侧,而通过那些部件的光线对于三原色 R、G 和 B 的偏振状态示意性地显示在右侧。而且,在图 7 中,偏振器 20a 和 20b 上的箭头表示其透射轴,基板 11a 和 11b 上的箭头分别表示位于黑色显示状态的基板 11a 和 11b 附近的液晶分子的取向状态(即,对准层 14a 和 14b 的取向控制方向),并且第一和第二光学补偿器 1 和 2 上的箭头表示它们的慢轴。

从背光(未示出)发出的光将被转换为线性偏振光线,在离开后偏振器 20b 时,其偏振方向平行于后偏振器 20b 的透射轴。接着,当通过没有被施加电压的液晶层 12 时,由于液晶层 12 的光学旋转能力,该线性偏振光线的偏振方向旋转近似 90 度。然而,这时, G 光线是其偏振方向精确旋转 90 度的线性偏振光线,而 B 光线和 R 光线是具有不

同于 G 光线的椭圆长轴方向的椭圆偏振光线。

这些光线通过第一光学补偿器 1 时, B 和 R 光线的椭圆长轴方向基本上与 G 光线的偏振方向对准。这样就补偿了旋转角的波长依赖性。当其后这些光线通过第二光学补偿器 2 时, 椭圆偏振的 B 和 R 光线成为线性偏振光线, 并且椭圆率的波长依赖性也得到补偿。因此, 现在 R、G 和 B 光线都是具有相同偏振方向的线性偏振光线。

在以这种方式补偿了旋转角和椭圆率的波长依赖性后, 现在那些光线是线性偏振光线, 其偏振方向垂直于前偏振器 20a 的透射轴。因此, 上述大部分光线吸收到偏振器 20a 中。

如上所述, 该优选实施例的 LCD 100 优选包括第一光学补偿器 1, 它补偿通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光线的旋转角的波长依赖性, 和第二光学补偿器 2, 它补偿其椭圆率的波长依赖性。因此, LCD 100 能够实施黑色显示的不需要的颜色被最小化的高反差比的显示操作。而且, 根据上述本发明的优选实施例, 旋转角和椭圆率的波长依赖性分别由第一光学补偿器 1 和第二光学补偿器 2 补偿, 第一光学补偿器 1 与液晶层 12 相对接近, 第二光学补偿器 2 与液晶层 12 相对距离远。因此, 第一光学补偿器 1 和第二光学补偿器 2 每个都可以有足够简单的结构, 并可以足够容易地使用, 从而大大降低了生产成本。

对于第一和第二光学补偿器 1 和 2, 可以使用单轴光学各向异性的相位膜。那就是说, 第一和第二光学补偿器 1 和 2 每个都可以是一个单相位膜, 因此, 不需要一个接一个地堆叠多个相位膜。结果, LCD 100 能够具有减小的厚度。

如果具有简单结构的光学元件(例如, 一个单轴相位膜)用作第一光学补偿器 1, 则第一光学补偿器 1 优选设计为, 不改变具有特定波长的偏振光线的长轴方向, 但把具有任意其他波长的偏振光线的长轴方向与具有特定波长的偏振光线的长轴方向对准。这时因为不容易改变具有各种波长的偏振光线的长轴方向, 从而通过使用具有象单轴相位膜这样简单结构的光学元件使那些方向互相对准。应当注意到, 特定波长优选等于通过黑色显示状态的液晶层的光线获得理想偏振状态的波长, 在该特定波长偏振光线的长轴方向固定, 同时第一光学补偿器 1 进行它的光学补偿。在上述优选实施例中, 该特定波长假定为 550nm, 它包括在表示绿光线的波长范围内。但是, 特定波长不总限于

该值，但优选在 450nm 到 600nm 范围内。而且，如果特定波长包括在其中获得高发光度的 500nm 到 600nm 的波长范围内，则获得良好的亮度和反差比。另一方面，如果特定波长包括在 450nm 到 500nm 的波长范围内，则得到的亮度和反差比将稍微降低，而仍然实现良好的白色显示。

第二光学补偿器 2 典型地具有使具有特定波长的线性偏振光线象原来一样通过（并且它的偏振方向旋转 90 度）并且使具有任意其他波长的椭圆偏振光线改变为基本上线性的偏振光线的功能。根据本发明的优选实施例，旋转角的波长依赖性由相对接近于液晶层 12 的单轴相位膜补偿。从而，即使第二光学补偿器 2 是具有诸如单轴相位膜的简单结构的光学元件，第二光学补偿器 2 也仍然能够实现这些功能。

为了恰好如希望的一样获得由第一光学补偿器 1 作出的光学补偿，第一光学补偿器 1 的慢轴和平面内延迟 Re_1 的波长色散特性，优选根据通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光的旋转角波长依赖性，而调整到预定值。

而且，为了恰好如希望的一样获得由第二光学补偿器 2 作出的光学补偿，第二光学补偿器 2 的慢轴和平面内延迟 Re_2 的波长色散特性，优选根据通过黑色显示状态的液晶层 12 的偏振光的椭圆率波长依赖性，而调整到预定值。

上述根据本发明优选实施例的 LCD 100 可以例如按照如下方式制作。

首先，优选准备两个基板（例如由玻璃制成）11a 和 11b。接着，透明导电层（例如，ITO 薄膜）优选用溅射技术，在两个基板 11a 和 11b 的每个上沉积 100nm 到 140nm 的厚度，接着优选用光刻工艺形成图案，从而分别在基板 11a 和 11b 上形成透明电极 13a 和 13b。

然后，水平对准薄膜 14a 和 14b 优选用旋转涂覆技术分别在基板 11a 和 11b 上的透明电极 13a 和 13b 上沉积到 50nm 的厚度，接着优选经过摩擦处理。在该处理步骤中，摩擦处理优选在水平对准薄膜 14a 和 14b 上执行，从而当基板 11a 和 11b 彼此相对时，得到的其摩擦方向将互相垂直。

接着，基板 11a 和 11b 优选接合在一起，它们之间具有 $5.2\mu\text{m}$ 的单元间隙。更特别的是，塑料衬垫散布在两个基板之一上后，两个基

板 11a 和 11b 优选彼此相对, 并且印在显示区域周围的热固性粘合剂优选固化, 从而使两个基板互相固定。

因此, 液晶材料优选用真空注入方法注入两个基板 11a 和 11b 之间的间隙, 从而形成液晶层 12。在该优选实施例中, 具有 0.0924 的折射率各向异性 Δn 的向列液晶材料和 0.15 wt % 的光学活性物质 CB15 的混合物优选用作液晶材料。在该处理步骤中, 优选准备液晶材料, 使得当没有电压施加时, 液晶层 12 中的液晶分子具有 90 度的扭曲角, 并且液晶层 12 具有 480nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 。液晶层 12 优选也设计成液晶分子从后基板 11b 向前基板 11a 逆时针方向扭曲。

以该方式获得的液晶单元 10 满足对于 550nm 波长的光的第一最低条件。

接着, 由聚碳酸酯制成并具有 140nm 的平面内延迟 Re_1 的单轴相位膜 1, 优选作为第一光学补偿器 1 提供在前基板 11a 上。在该处理步骤中, 相位膜 1 优选这样安排, 靠近前基板 11a 的液晶分子的取向方向垂直于相位膜 1 的慢轴。在该优选实施例中, 相位膜 1 优选由聚碳酸酯制成, 因为聚碳酸酯的折射率各向异性展示了理想的波长色散特性, 这有助于对准通过由液晶材料制成的液晶层 12 的光线的长轴方向。但是, 如果液晶层 12 具有不同的扭曲角或者如果液晶材料具有不同的光学物理特性值, 则第一光学补偿器 1 的优选波长色散特性也可能改变。因此, 相位膜 1 的材料可以根据液晶层 12 的扭曲角和/或液晶材料的光学物理特性值进行选择。

因此, 优选在相位膜 1 上提供作为第二光学补偿器 2 的单轴相位膜 2, 其由聚乙烯醇制成并具有 270nm 的平面内延迟 Re_2 。在该处理步骤中, 相位膜 2 优选这样安排, 相位薄膜 2 的慢轴关于相位薄膜 1 的慢轴从液晶单元 10 上观察 (即从观众角度看) 顺时针方向有 45 度角, 即相位薄膜 2 的慢轴定义对于接近前基板 11a 的液晶分子的取向方向逆时针有 45 度角。应当注意到, 如果液晶层 12 中的液晶分子以相反方向 (即顺时针) 扭曲, 则相位膜 2 优选这样安排, 相位膜 2 的慢轴定义对于接近黑色显示状态的前基板 11a 的液晶分子的取向方向顺时针近似 45 度。在该优选实施例中, 相位薄膜 2 优选由聚乙烯醇制成, 因为聚乙烯醇的折射率各向异性展示出所需的波长色散特性, 这有助于把通过由液晶材料制成的液晶层 12 的偏振光线改变为在整个波长范

国内基本上线性的偏振光线。但是，如果液晶层 12 具有不同的扭曲角，或者如果液晶材料具有不同的光学物理特性值，则第二光学补偿器 2 的优选波长色散特性值也会改变。因此，相位膜 2 的材料可以根据液晶层 12 的扭曲角和/或液晶材料的光学物理特性值来选择。

因此，后偏振器 20b 优选这样安排，使后偏振器 20b 的透射轴变为基本上平行于后基板 11b 附近的液晶分子的取向方向。最后，前偏振器 20a 优选这样安排，使两个偏振器 20a 和 20b 确定交叉尼古拉斯，从而形成 LCD 100。或者，后偏振器 20b 可以这样安排，使后偏振器 20b 的透射轴变成基本上垂直于后基板 11b 附近的液晶分子的取向方向，并且前偏振器 20a 也可以这样安排，使两个偏振器 20a 和 20b 确定交叉尼古拉斯。

图 8A 示出了以这种方式制作的 LCD 100 的电学光学特性。为了比较，图 8A 也示出了传统的 LCD 的电学光学特性作为比较性例子，它与 LCD 100 具有几乎相同的结构，但是不包括第一光学补偿器 1 和第二光学补偿器 2。

如图 8A 所示，在黑色显示状态，用实线表示的 LCD 100 的透射率比用虚线表示的传统 LCD 的透射率低。因此，能够看出 LCD 100 甚至实现了更暗的黑色显示和提高了的反差比。特别是，比较性例子的 LCD 实现了恰好 50 的反差比，而该优选实施例的 LCD 100 获得高达 300 甚至更高的反差比。结果，实现高质量显示。

图 8B 示出了 LCD 100 在黑色显示状态的光谱透射特性。如图 8B 所示，在黑色显示状态，在整个可见光辐射范围内，用实线表示的 LCD 100 的透射率比用虚线表示的传统 LCD 的透射率低。因此，能够看出 LCD 100 实现了良好的黑色显示。

在上述优选实施例中，第一光学补偿器 1 优选由聚碳酸酯制成，第二光学补偿器 2 优选由聚乙烯醇制成。但是，第一和第二光学补偿器 1 和 2 的材料绝不限于此。而是，第一光学补偿器 1 的材料可以参考其折射率各向异性和其折射率各向异性的波长色散特性来选择，从而有效补偿通过黑色显示状态的液晶层 12 的任意偏振光线的旋转角的波长依赖性。而且，第二光学补偿器 2 的材料可以参考它的折射率各向异性和它的折射率各向异性的波长色散特性选择，从而有效补偿通过黑色显示状态的液晶层 12 的任意偏振光线的椭圆率波长依赖性。

而且,在上述优选实施例中,具有单轴光学各向异性的相位膜优选用作第一和第二光学补偿器 1 和 2。或者,也可以使用任何其他类型具有光学补偿能力的光学元件。作为另一个替换方式,任意其他的补偿能力可以加入到第一光学补偿器 1 和/或第二光学补偿器 2。但是,为了以低成本和高生产率生产 LCD 100,优选使用具有单轴光学各向异性的相位膜。

下面,将更详细地说明液晶层 12、第一光学补偿器 1 和第二光学补偿器 2 的优选特性。应当注意到液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$,第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 和第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 优选关于具有使液晶层 12 满足第一最低条件的特定波长的光线(例如,在该优选实施例中是 550nm 波长的光线)确定。

液晶层

LCD 的显示性能在液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ (即关于垂直于液晶层 12 入射的光线的延迟)变化的情况下评价。尤其是,制作了多个其液晶层 12 有 370nm 到 580nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 的 LCD,并对它们的显示性能进行了评价。在这一评价中,由聚碳酸酯制成并具有 140nm 的平面内延迟 Re_1 的相位膜用作第一光学补偿器 1,由聚乙烯醇制成的相位膜用作第二光学补偿器 2。根据液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 的变化,适当控制第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 ,从而将反差比最大化。第一光学补偿器 1 这样安排,使它的慢轴垂直于前基板 11a 附近的液晶分子的取向方向。另一方面,第二光学补偿器 2 这样安排,使得从液晶单元 10 方向观察,它的慢轴与前基板 11a 附近的液晶分子的取向方向逆时针有 45 度角。

图 9 示出了液晶层的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 和反差比之间的关系。从图 9 能够看出,通过确定液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 在 390nm 到 550nm 的范围内,实现了具有 100 或 100 以上反差比的良好显示。而且,通过确定液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 在 420nm 到 520nm 的范围内,实现了具有 200 或 200 以上反差比的更好显示。通过确定液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 在 440nm 到 480nm 的范围内,实现了具有 300 或 300 以上反差比的甚至更好的显示。

第一光学补偿器

恰如以上对液晶层 12 所描述的一样,也生产了多个 LCD,并在第

一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 变化的情况下凭借其显示性能。在这种情况下, 液晶层 12 具有 480nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$, 第二光学补偿器 2 具有 275nm 的平面内延迟 Re_2 。

图 10 示出了第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 和反差比之间的关系。从图 10 能够看出, 通过确定第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 在 75nm 到 210nm 的范围内, 实现具有 100 或 100 以上反差比的良好显示。而且, 通过确定第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 在 105nm 到 175nm 的范围内, 实现具有 200 或以上反差比的更好显示。

LCD 100 的显示性能在角 α 改变的情况下评价, 该角是第一光学补偿器 1 的慢轴和靠近黑色显示状态中的第一光学补偿器 1 的基板 11a 附近的液晶分子的取向方向之间的角。在这种情况下, 液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 设为 480nm, 第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 设为 140nm, 第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 设为 275nm。

图 11 示出了角 α 和反差比之间的关系。从图 11 能够看出, 通过确定角 α 在 85 度到 95 度之间, 实现大约 100 或 100 以上反差比的良好显示。通过确定角 α 在 86 度到 94 度之间, 实现 200 或 200 以上反差比的更好显示。通过确定角 α 近似等于 90 度, 实现 300 或 300 以上反差比的甚至更好的显示。因此, 该角 α 最适合尽可能改善显示质量。

总之, 为了实现良好显示状态, 第一光学补偿器 1 的平面内延迟 Re_1 优选为 75nm 到 120nm, 第一光学补偿器慢轴和靠近黑色显示状态的第一光学补偿器 1 的基板 11a 附近的液晶分子的取向方向之间角 α 优选是 85 度到 95 度。

第二光学补偿器

在液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 在 370nm 到 580nm 范围内变化的情况下, 对将反差比最大化的第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 进行评价。在该评价中, 由聚碳酸酯制成并具有 140nm 平面内延迟 Re_1 的相位膜用作第一光学补偿器 1, 由聚乙烯醇制成的相位薄膜用作第二光学补偿器 2。

图 12 示出了液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 和将使反差比最大化的第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 之间的关系。从图 12 能够看出, 如果液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 在 370nm 到 580nm, 当第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 满足 $Re_2 = 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 65$ 时反差比基本上被最大化。

在液晶层 12 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 固定在 480nm 和第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 在 200nm 到 320nm 范围内变化的情况下, 对 LCD 100 的显示性能进行了评价。

图 13 示出了第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 和反差比之间关系。从图 13 和前面提到的方程能够看出, 当第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 是 276.2nm 时获得最大的反差比。从图 13 也能看出, 只要从使反差比最大化的平面内延迟 Re_2 的变化是 15nm 或以下, 就能实现具有 100 或 100 以上反差比的良好显示。那就是说, 如果第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$, 就能实现良好显示。而且, 只要使反差比最大化的平面内延迟 Re_2 的变化是 10nm 或以下, 就能实现具有 200 或 200 以上反差比的更好显示。那就是说, 如果第二光学补偿器 2 的平面内延迟 Re_2 满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 55 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 75$, 就能实现更好显示。

在角 β 变化的条件下评价 LCD 100 的显示性能, 角 β 是第二光学补偿器 2 的慢轴和接近第一光学补偿器 1 的基板 11a 附近的液晶分子的取向方向之间的角。在这种情况下, 当液晶单元 10 从第二光学补偿器 2 观察时, 正的角 β 假定为顺时针, 负的角 β 假定为逆时针。

图 14 示出了角 β 和反差比之间的关系。从图 14 能够看出, 把角 β 确定在逆时针 42 度到 48 度的范围内, 就能实现具有大约 100 或 100 以上反差比的良好显示。而且, 把角 β 确定在逆时针 43 度到 47 度的范围内, 就能实现具有大约 200 或 200 以上反差比的更好显示。并且, 把角 β 确定在逆时针近似等于 45 度, 就能实现具有大约 300 或 300 以上反差比的甚至更好显示。因此, 该角 β 最适于尽可能改善显示质量。

在上述优选实施例中, 第一和第二光学补偿器 1 和 2 假定比液晶单元 10 更接近观众。或者, 第一和第二光学补偿器 1 和 2 也可以比液晶单元 10 距离观众更远。图 15 所示的 LCD 100' 是通过将 LCD 100 颠倒获得的, 并且光学上等效于 LCD 100。因此, 图 15 所示的 LCD 100' 中, 通过黑色显示状态的液晶层的偏振光线的旋转角和椭圆率的波长依赖性, 由第一和第二光学补偿器 1 和 2 同样地进行补偿。结果, LCD 100' 也实施黑色显示的彩色被最小化并且反差比大大增加的显示操作。

多层相位板

用于根据本发明的优选实施例的 LCD 中的第一和第二光学补偿器 1 和 2 可以是诸如图 16A 和 16B 所示的多层相位板 200。图 16B 是多层相位板的部件分解透视图，其中箭头表示慢轴。如图 16A 和 16B 所示，多层相位板 200 优选具有包括第一层 201 和第二层 202 的多层结构。

第一和第二层 201 和 202 优选每个都有慢轴，并在平行于它的主平面定义的平面内展示延迟。第一层 201 优选用作第一光学补偿器，第二层 202 优选用作第二光学补偿器。

多层相位板 200 可以用于在标准白色模式下执行显示操作的 TN LCD，并能够在基本上整个可见光范围内，补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光线的旋转角和椭圆率的波长依赖性。也就是说，多层相位板 200 能够用作宽带波长补偿器。在典型的配置中，第一层 201 优选比第二层 202 更接近于液晶单元。

为了对具有标准特性的 LCD 实现有效的光学补偿，能够从图 10 看出，第一层 201 优选具有 75nm 到 210nm 的平面内延迟。

假定液晶单元的液晶层具有前延迟 $\Delta n \cdot d$ ，从图 12 和 13 能够看出，第二层 202 的平面内延迟优选满足不等式 $0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 50 \leq Re_2 \leq 0.44 \cdot (\Delta n \cdot d) + 80$ 。而且，从图 9 能够看出，如果液晶层具有 390nm 到 550nm 的前延迟 $\Delta n \cdot d$ ，就能获得良好的反差比。因此，在包括具有在该范围内的前延迟 $\Delta n \cdot d$ 的液晶层的液晶单元中，从上述的公式能够看出，第二层 202 优选具有 220nm 到 320nm 的平面内延迟。因此，为了有效实现光学补偿，第二层 202 优选具有 220nm 到 320nm 的平面内延迟。

而且，从图 14 能够看出，第二层 202 的慢轴与第一层 210 的慢轴之间优选具有 42 度到 48 度的角，43 度到 47 度更好，有近似 45 度的角优选。

本发明的各个优选实施例提供了标准黑色模式扭曲向列液晶显示装置，它能实施具有将不想要的彩色最小化并且反差比大大增加的黑色显示操作，并能以低成本生产，优选实施例也提供了一种多层相位板，它能有效用于这样的液晶显示装置中。

尽管本发明已经参照优选实施例进行了说明，但是对本领域技术人员来说，很显然公开的发明可以以多种方式修改并可以呈现与上述特别提出的不同的很多实施例。因此，随附的权利要求意图覆盖落入

在本发明的真实精神和范围内的所有修改。

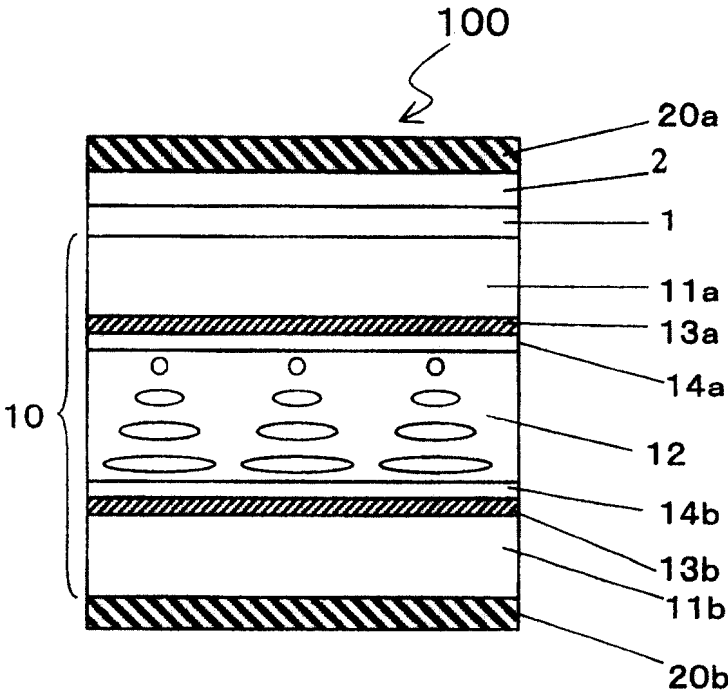


图 1

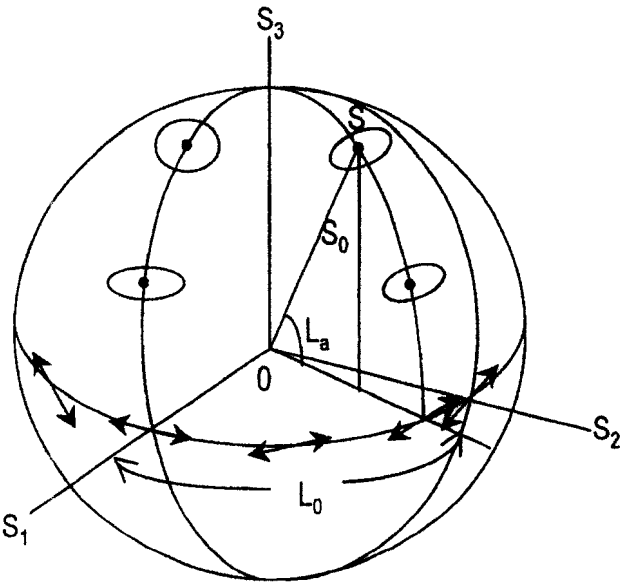


图 2

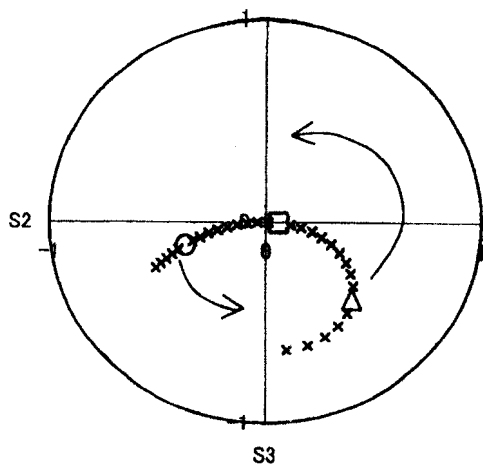


图 3A

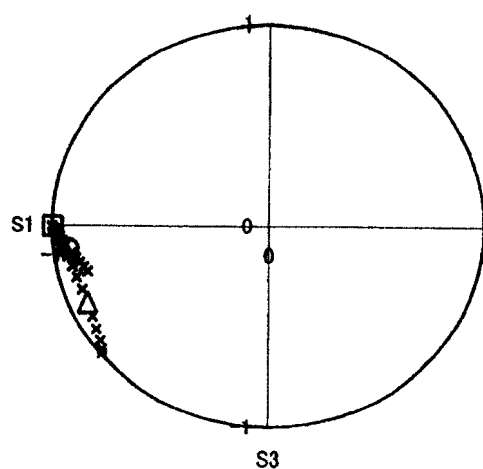


图 3B

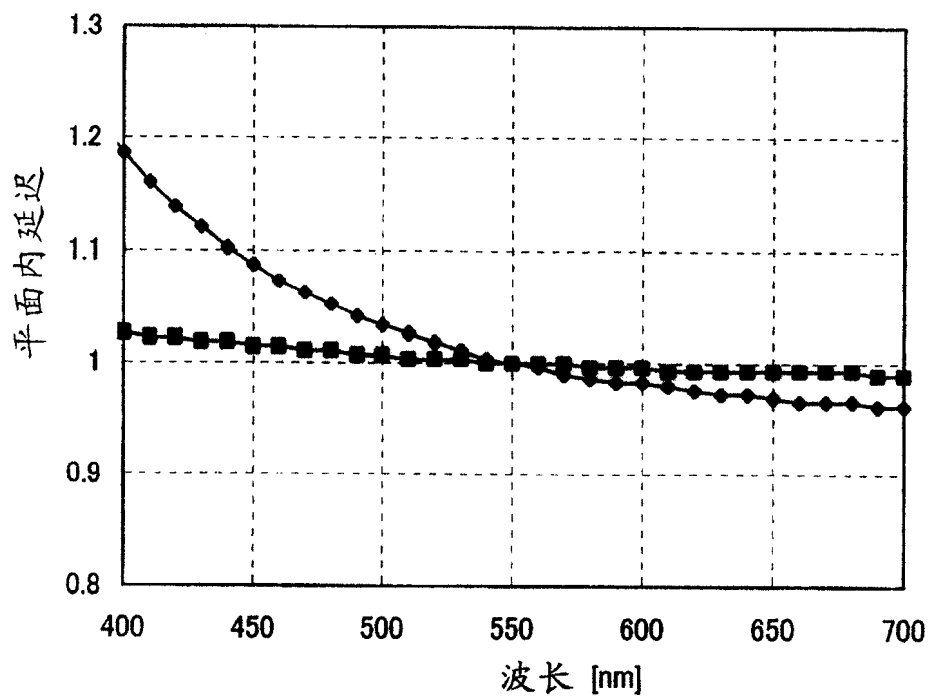


图 4

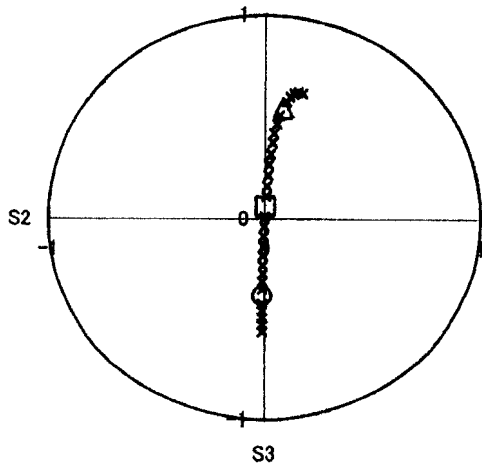


图 5A

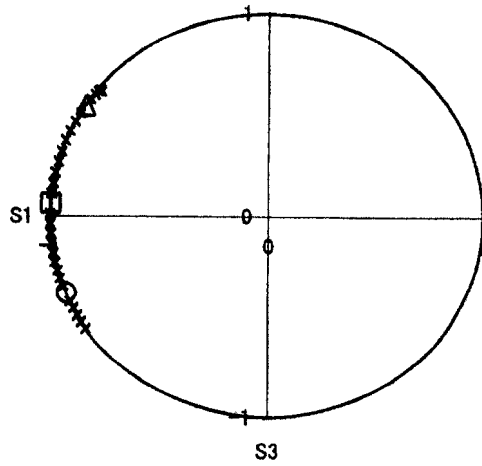


图 5B

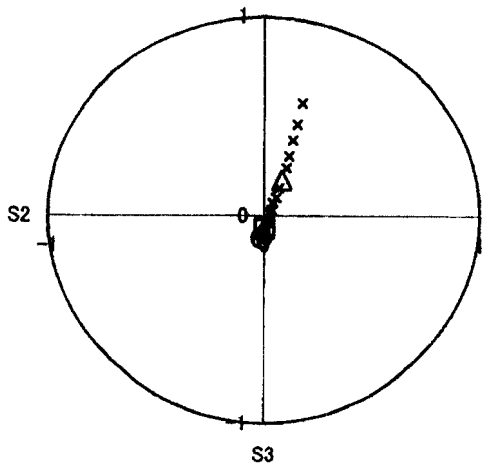


图 6A

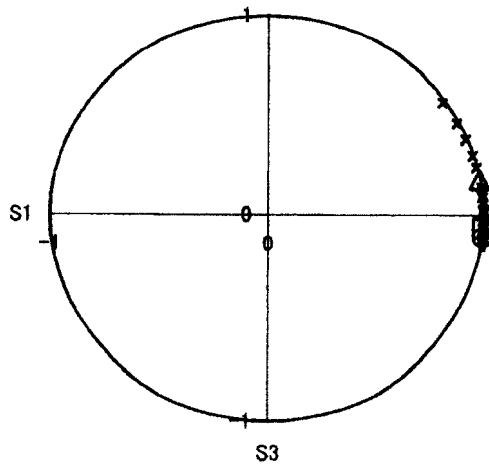


图 6B

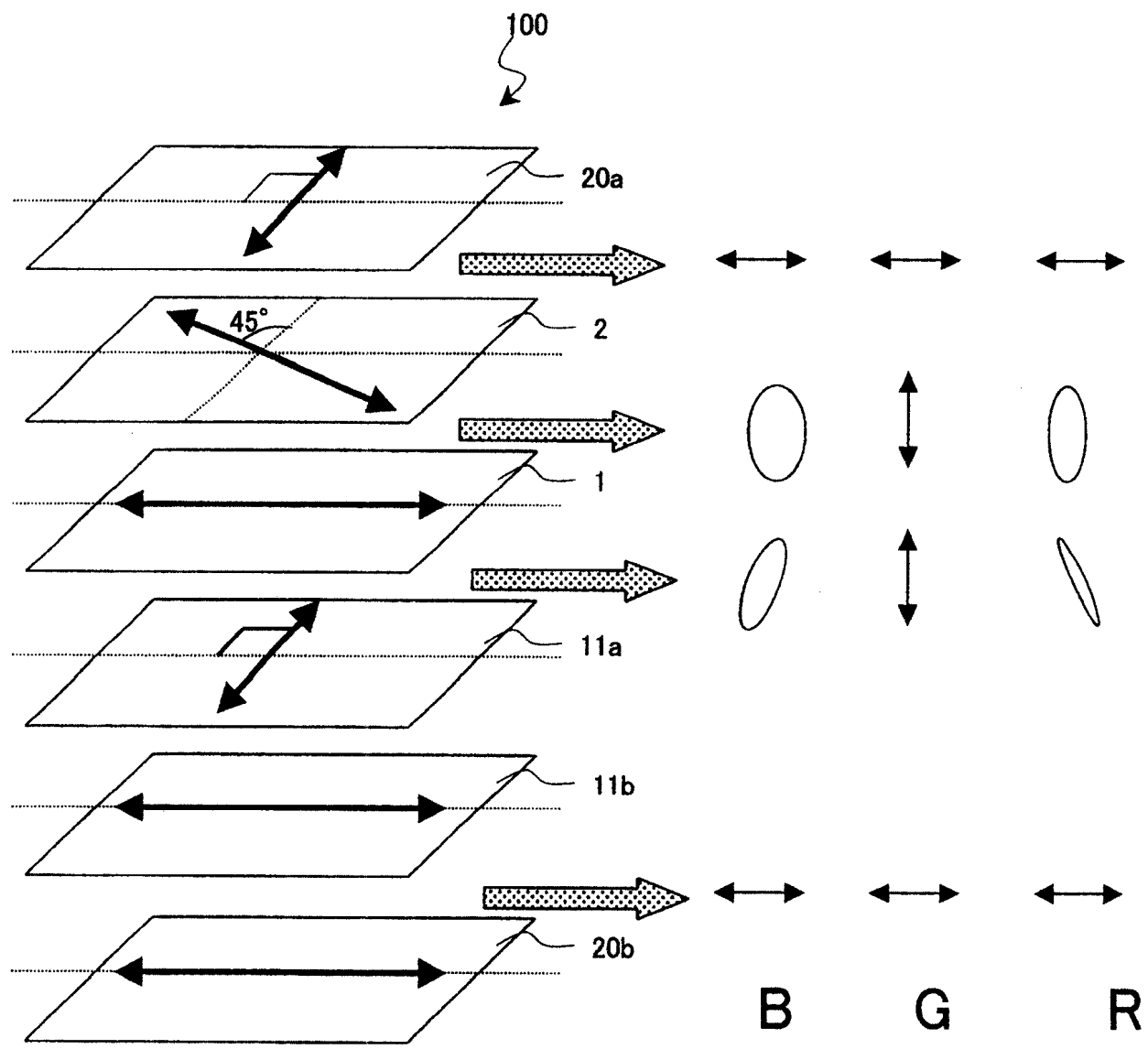


图 7

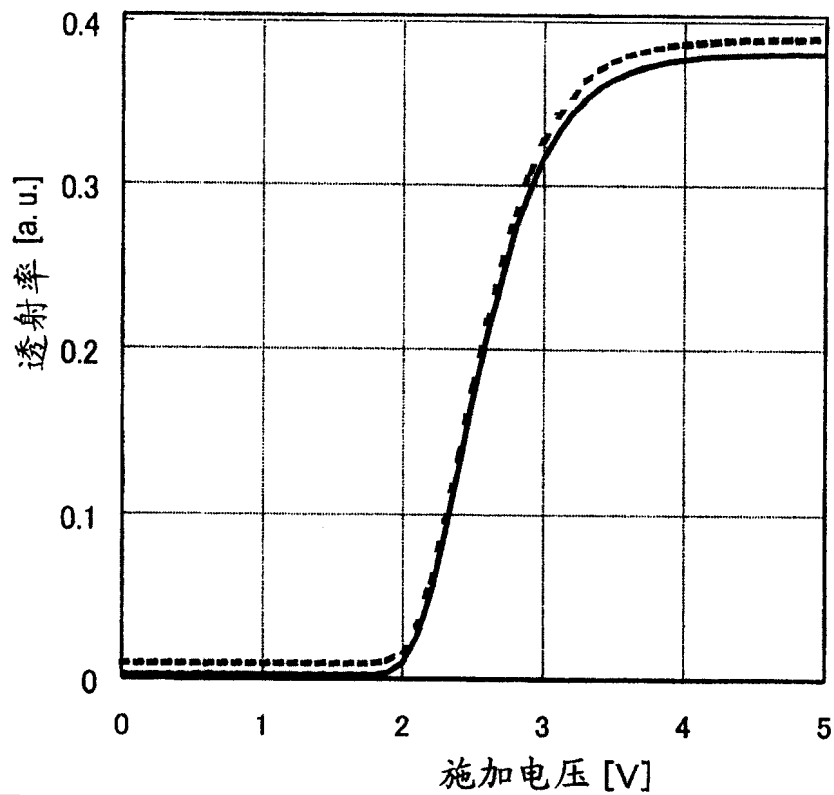


图 8A

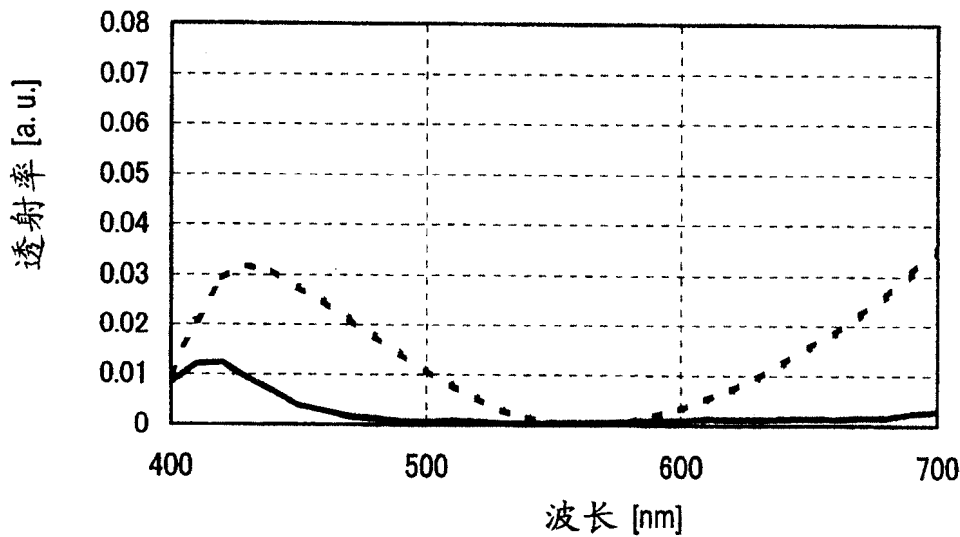


图 8B

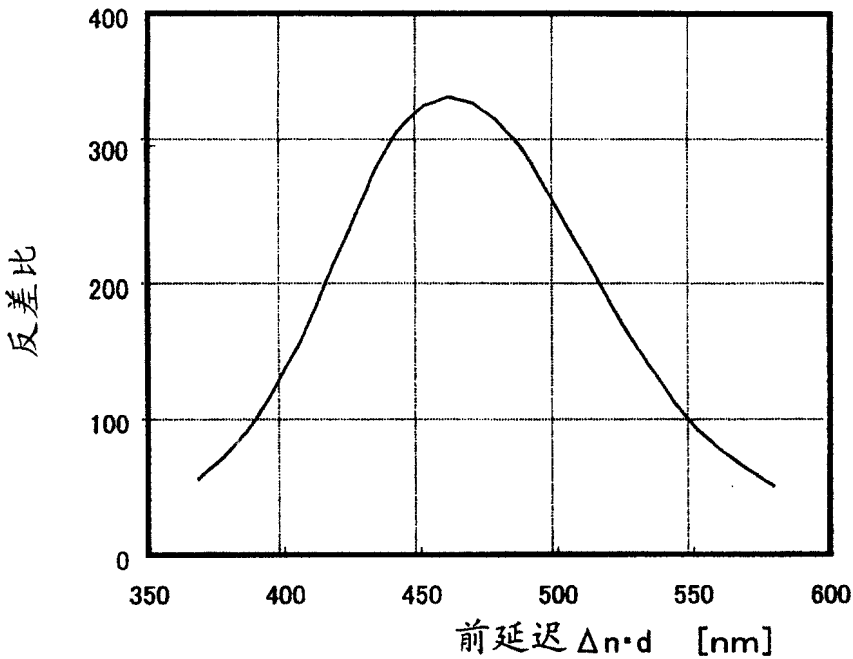


图 9

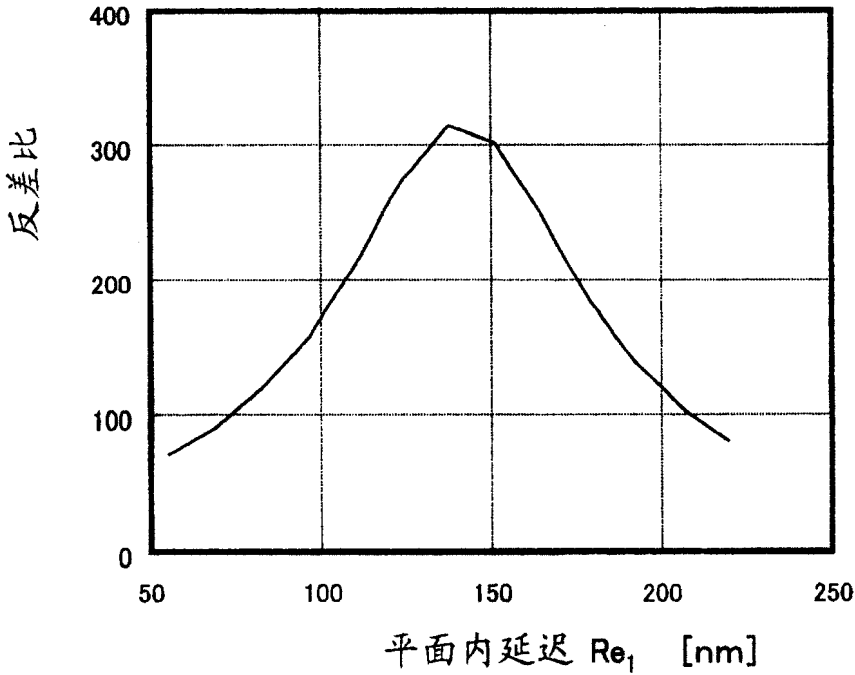


图 10

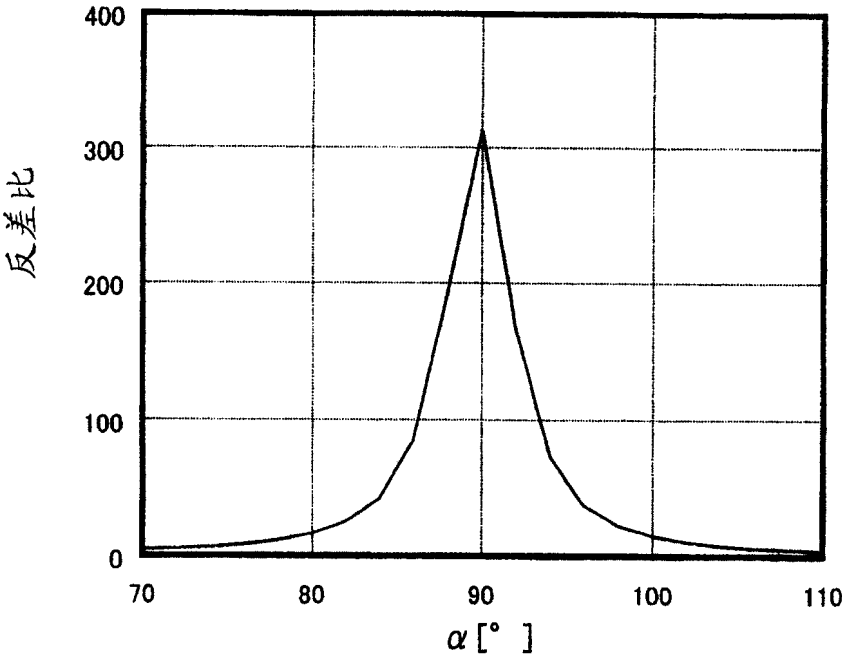


图 11

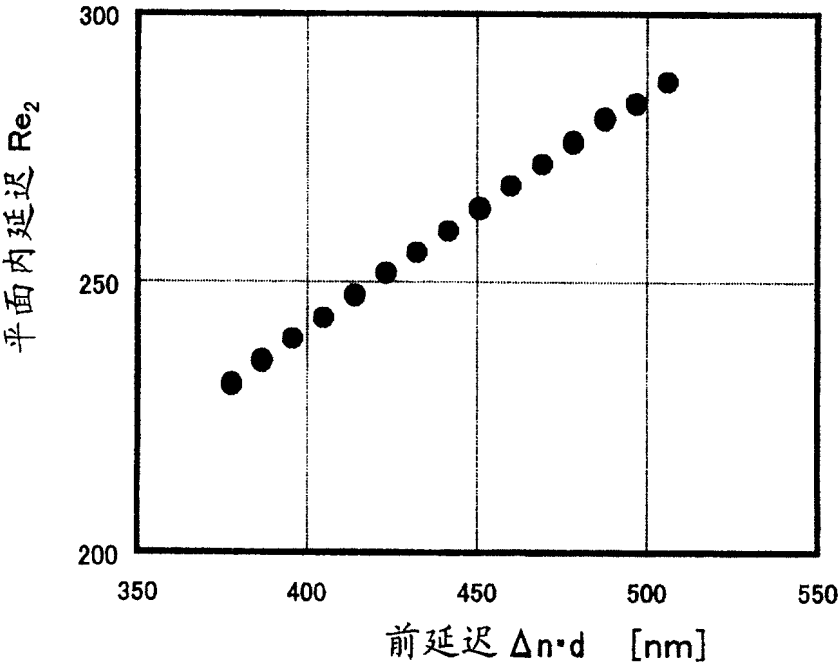


图 12

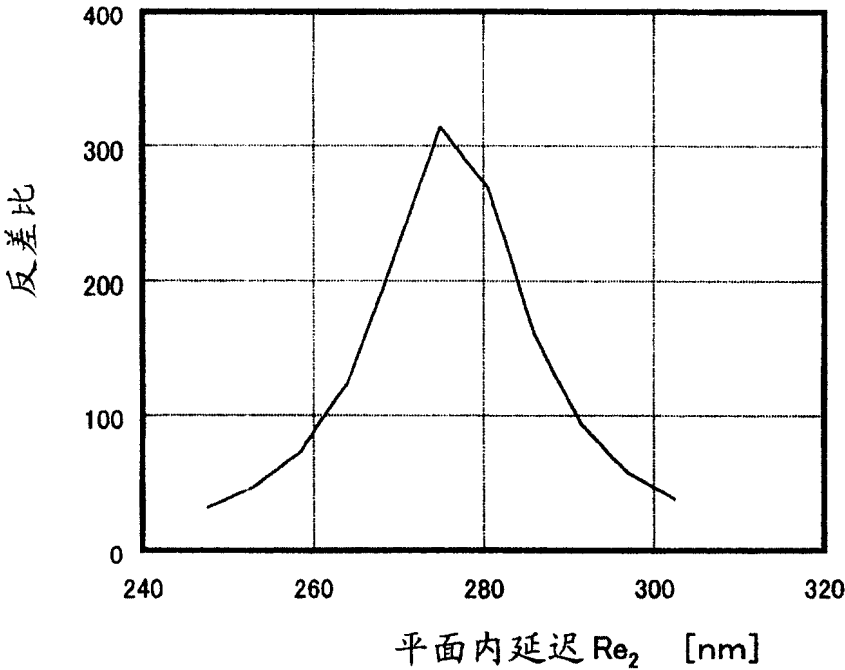


图 13

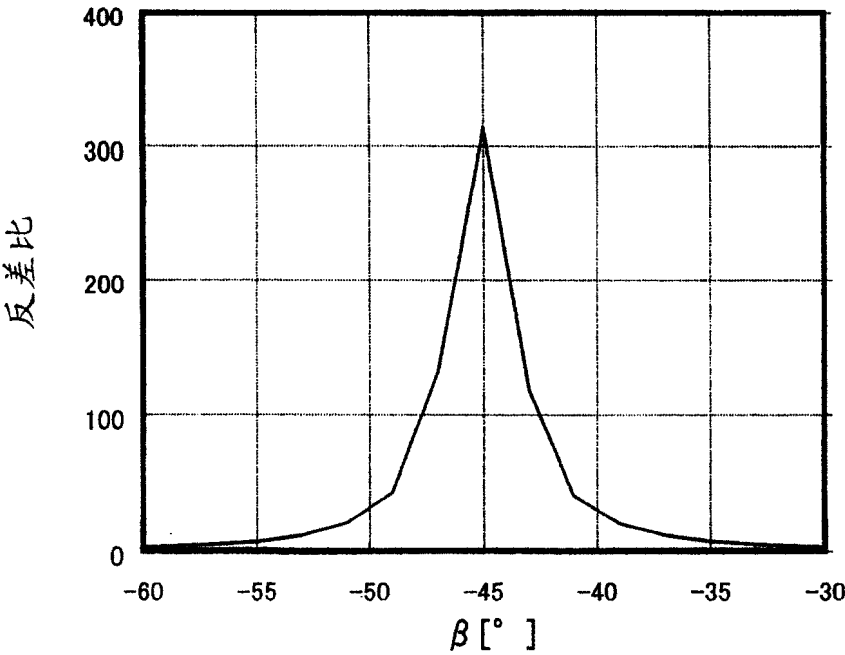
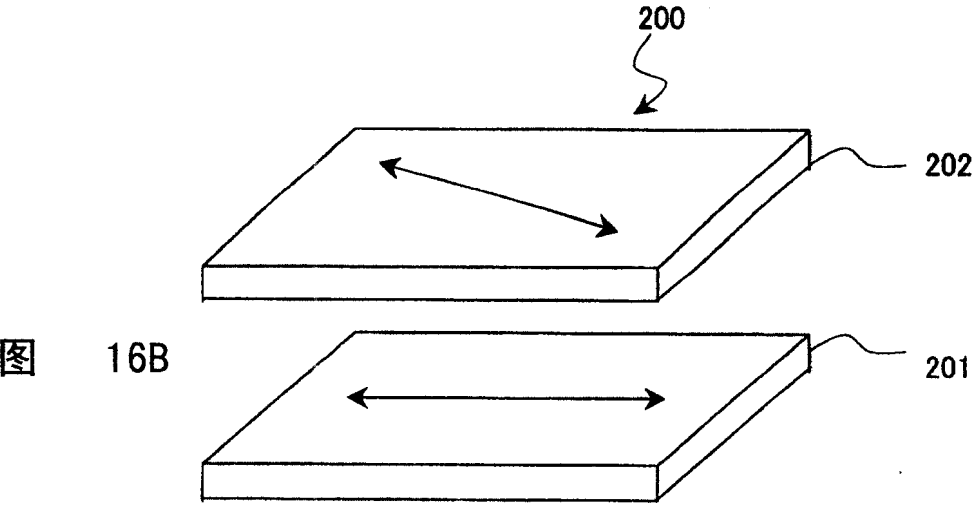
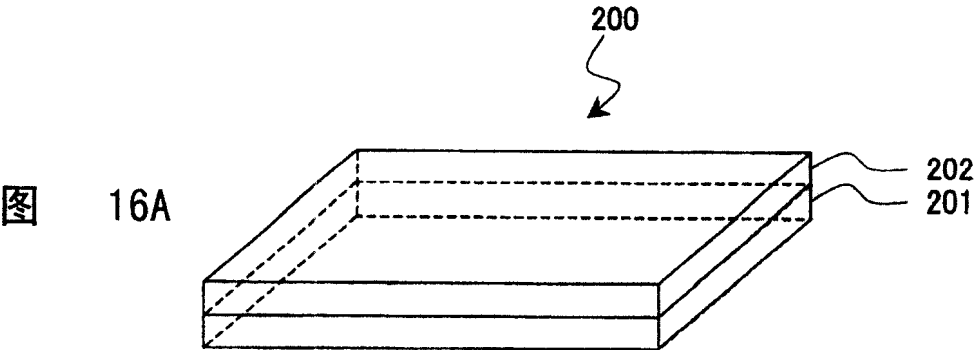
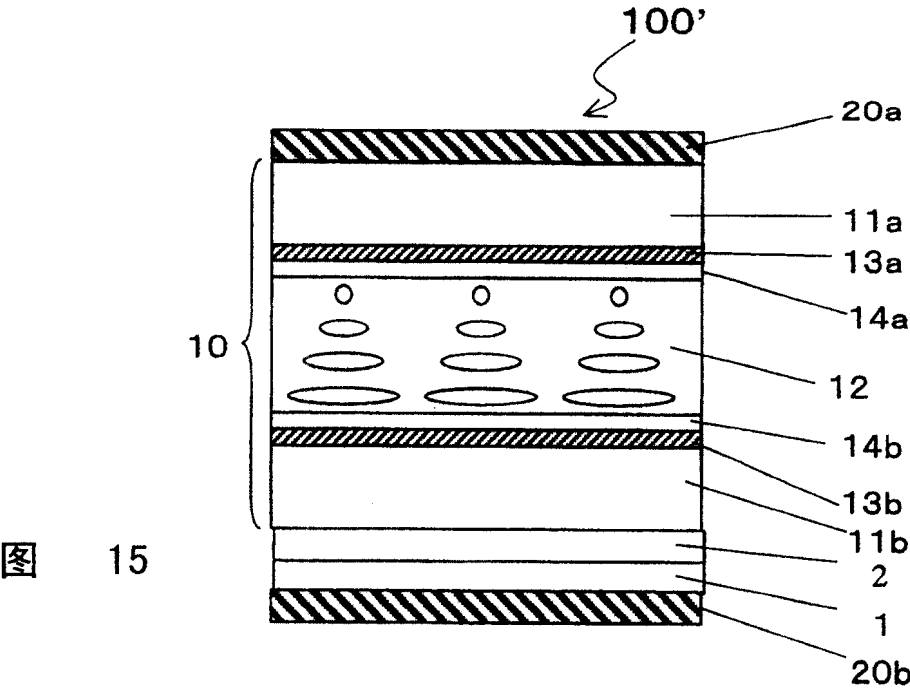


图 14



专利名称(译)	液晶显示装置和多层相位板		
公开(公告)号	CN100394276C	公开(公告)日	2008-06-11
申请号	CN200410034394.9	申请日	2004-04-15
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
[标]发明人	中村浩三 岸本觉		
发明人	中村浩三 岸本觉		
IPC分类号	G02F1/13363 G02B5/30 G02F1/1335 G02F1/139		
CPC分类号	G02F2202/40 G02F1/13363 G02F2413/02 G02F2001/133637 G02F2413/07 G02F2203/64 G02F1/1396		
代理人(译)	张雪梅		
优先权	2003110153 2003-04-15 JP		
其他公开文献	CN1538209A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种扭曲向列液晶显示装置进行标准黑色模式的显示操作。液晶显示装置包括一液晶单元和两个偏振器。液晶单元包括两个基板和夹在它们中间的液晶层。两个偏振器互相面对，液晶单元插在它们中间。液晶显示装置还包括：第一光学补偿器，它提供在两个偏振器之一和液晶单元之间，补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的旋转角的波长依赖性；和第二光学补偿器，它提供在第一光学补偿器和该偏振器之间，从而补偿通过黑色显示状态的液晶层的偏振光的椭圆率波长依赖性。

