

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011374.X

[51] Int. Cl.

G02F 1/136 (2006.01)

G02F 1/1337 (2006.01)

G02F 1/1335 (2006.01)

H01L 29/786 (2006.01)

[43] 公开日 2006年2月1日

[11] 公开号 CN 1727968A

[22] 申请日 2004.12.21

[21] 申请号 200410011374.X

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 宣丽 刘永军 胡立发 李大禹  
曹召良 穆全全 鲁兴海

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 李恩庆

权利要求书4页 说明书6页 附图3页

[54] 发明名称

一种利用液晶显示器生产线制作纯位相液晶波前校正器的方法

[57] 摘要

本发明属于光学技术领域，是一种利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法。是将显示器上基板的三基色彩膜被完整腐蚀掉，取向膜摩擦方向改为互相平行，液晶更换为纯向列相液晶，基板外侧粘贴的两片偏振片更换为1片能独立支撑、不易变形的高光学质量偏振片；按照寻常光与非寻常光的位相延迟随电压的关系编制驱动软件。本发明制备的纯位相液晶波前校正器，可调制光程量0.7微米以上，调制精度优于1/10波长，与IC电路匹配，很容易进行计算机控制。本发明进行的工艺改造无需添加任何工艺设备，简单易行。

1、一种利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法，其特征是将显示屏上基板（1）的三基色彩膜（3）完整腐蚀掉；上下基板取向膜（5）、（7）的摩擦方向改为互相平行；液晶更换为纯向列相液晶，其折射率各向异性差值大于 0.17；上下基板外侧粘贴的两片光学质量较低的高分子偏振片去掉，更换为 1 片能独立支撑、不易变形的高光学质量偏振片，并去掉粘贴过程，偏振片独立置于入射光侧，其透光轴与液晶的取向方向相同；按照寻常光与非寻常光的位相延迟随电压的变化关系编制驱动软件。

2、根据权利要求 1 所述的利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法，其特征是：

1) 利用 TFT 彩色液晶显示器生产线上的基板材料、各种镀膜材料和封装材料；

2) 把带有黑矩阵（2）和三基色彩膜（3）的玻璃上基板（1）在浓硫酸中浸泡，使第一层 ITO 电极（4）和第二层三基色彩膜（3）去除干净，三基色彩膜（3）下的黑矩阵（2）完整无损，然后在去离子水中清洗干净，真空烘干；

3) 在清洗干净的有黑矩阵（2）的上基板（1）上再按显示器工艺重新镀制 ITO 电极（12）；

4) 按显示器工艺在下基板（9）上先后镀制 ITO 电极（4）和 TFT 阵列（8）；

5) 分别在下基板（9）的 TFT 阵列（8）侧和上基板（1）的 ITO 电极（12）侧按显示器工艺先后印刷取向膜（13）、进行热处理；

6) 在热处理后的取向膜（13）上做平行基板边方向的摩擦，并使上下基板取向膜（13）上的摩擦方向互为反平行，摩擦强度依从显示器生产线工艺；

7) 按显示器工艺在镀有黑矩阵（2）的上基板（1）上喷洒 5~6 微米直径的玻璃球隔垫物；

8) 按显示器工艺在有 TFT 阵列（8）的下基板 9 上印刷封屏胶框，并留有液晶注入口；

9) 按显示器工艺将有隔垫物的上基板（1）与有封屏胶框的下基板（9）对准对叠，并使两基板上取向膜（13）的摩擦方向互为反平行，平压两片基

板，并使胶框固化，形成屏；

10) 向屏中注入折射率各向异性值为 0.17~0.4 的纯向列相液晶 (14)，并封口，完成液晶波前校正器屏的制作；

11) 选择平行度与平整度优于 1/10 波长、消光比大于 500:1、能独立支撑、不易变形的偏振片，去掉显示器工艺的粘贴过程；

12) 测量所制备的液晶波前校正器屏的光位相延迟与灰度级的关系，灰度级选用 64 级以上；

13) 用函数曲线拟合测得的位相延迟与灰度级的关系，并令位相延迟与波前畸变光程量等数值，使位相延迟在波前到达区域的分布与波前畸变互补，基于这一思想，再利用位相延迟与灰度级的拟合曲线关系编写驱动控制软件；

14) 在入射光侧插入偏振片，偏振片与液晶波前校正器屏的上基板 (1) 相邻，并且偏振片的透光轴与取向膜 (13) 的摩擦方向平行，此时透过光为非寻常光；

15) 根据探测器测得的波前，利用驱动控制软件对液晶波前校正器屏的出射非寻常光位相分布进行计算机控制，实现纯位相波前校正功能。

3、根据权利要求 2 所述的利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法，其特征是：

1) 利用吉林彩晶数码公司的 TFT 彩色液晶显示屏生产线，采用生产线上的基板材料、各种镀膜材料和封装材料；

2) 把带有黑矩阵 (2) 和三基色彩膜 (3) 的玻璃上基板 (1)，在优级纯的浓硫酸中浸泡 1 分钟，取出后放入去离子水中超声清洗 3 分钟，再将其放回浓硫酸中浸泡半分钟，取出后再放入去离子水中超声清洗 3 分钟，如此反复操作 3 次，去除 ITO 电极 (4) 和三基色彩膜 (3)，保留黑矩阵 (2)，然后在去离子水中超声清洗 5 分钟，反复 3 次，真空烘干；

3) 按显示器生产线工艺在下基板 (9) 上先后镀制 ITO 电极 (4) 和 VGA 型 TFT 阵列 (8)；

4) 按显示器生产线工艺分别在下基板 (9) 的 TFT 阵列 (8) 侧和上基板

(1) 的 ITO 电极 (12) 侧印刷聚酰亚胺取向膜 (13), 并进行热处理;

5) 在热处理后的聚酰亚胺取向膜 (13) 上做平行基板边方向的摩擦, 并使上下基板聚酰亚胺取向膜 (13) 上的摩擦方向互为反平行;

6) 按显示器生产线工艺在上基板 (1) 上喷洒 5 微米直径的玻璃球隔垫物;

7) 按显示器生产线工艺在下基板 (9) 上印刷封屏胶框, 并留有液晶注入口;

8) 将有隔垫物的上基板 (1) 与有封屏胶框下基板 (9) 按显示器生产线工艺对准对叠, 并使两基板上的聚酰亚胺取向膜 (13) 摩擦方向互为反平行, 按显示器工艺平压两片基板, 并使胶框固化, 形成屏;

9) 选择折射率各向异性值为 0.198 的纯向列相液晶, 按显示器生产线工艺向屏中注入所选纯向列相液晶 (14), 封口, 完成液晶波前校正器屏 (20) 的制作;

10) 选择平行度与平整度优于  $1/8$  波长、直径 40mm、厚 5mm、消光比为 1000:1、P 光成分大于 95% 的石英偏振片 (18);

11) 利用显示器的驱动模块采用 64 灰度级驱动液晶波前校正器屏 (20);

12) 在光谱型椭偏仪 UVISEL 上测量液晶波前校正器屏 (20) 的光位相延迟与灰度级的关系: 测试光束直径为 1 毫米, 选 7 个不同位置, 每个位置分别测量 5 次取平均值, 得到的结果作图;

13) 用多项式拟合所作的图的位相延迟与灰度级的关系曲线, 多项式为:  
$$Y = -0.00407 + 0.00642X - 4.92111 \times 10^{-4}X^2 + 2.99085 \times 10^{-5}X^3 - 7.12419 \times 10^{-7}X^4 + 6.06207 \times 10^{-9}X^5$$

其中, X 表示灰度级, Y 表示位相延迟; 依据上述多项式和液晶波前校正器屏上的位相分布与畸变波前互补的原则编写驱动控制软件;

14) 在入射光侧插入石英偏振片 (18), 使石英偏振片 (18) 的透光轴与取向膜 (13) 的摩擦方向平行, 采用 Zygo 干涉仪 (17) 探测通过液晶波前校正器屏 (20) 的非寻常光位相分布即波前, 计算机控制驱动液晶波前校正器

屏 (20)。

4、根据权利要求 3 所述的利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法，其特征是 TFT 阵列 (8) 的单元 TFT 所占面积为 25 微米  $\times$  55 微米，TFT 阵列 (8) 对角线尺寸为 10.4 英寸，彩色显示中的亚像素单元在此成为独立像素单元，像素数为 1920  $\times$  480，像素单元面积 85 微米  $\times$  300 微米，像素间距 25 微米。

## 一种利用液晶显示器生产线制作纯位相液晶波前校正器的方法

### 技术领域

本发明属于光学技术领域，涉及自适应光学系统，是一种利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法。

### 技术背景

光在大气中传输时由于受到大气湍流的影响，波前会发生畸变，从而影响正常传输信息。液晶波前校正器可以有效地校正波前畸变，因而在激光通讯、天文成像等领域有重要的应用前景。

能够实时校正波前畸变的光学系统称为自适应光学系统。自适应光学系统的核心是波前传感器和波前校正器。自适应光学系统的应用迄今仍限于世界上少数几个天文观察站，没有广泛应用的主要原因之一是传统自适应光学的波前校正集光、机、电、算于一体，结构复杂，控制困难，价格昂贵。液晶波前校正器成本低，分辨率高，体积小，重量轻，控制、运算简单，驱动电压低，可与集成电路（IC）匹配，极具应用前景。

液晶呈细长棒状，介电常数和折射率有明显的各向异性，在电场作用下液晶分子很容易发生转动，趋向电场方向。首先使液晶分子平行排列，然后在垂直于排列的方向上加电场，那么不同强度的电场会使液晶分子的倾斜角度不同。如使偏振光垂直入射液晶介质，且光偏振方向与液晶初始的取向方向平行，随着电场增加偏振矢量与液晶取向之间产生夹角，入射光在液晶层中的有效折射率就会发生变化，使光束在液晶层中的有效光程不同。因此通过给液晶施加电压的方法可控制入射光的光程。如果将液晶屏划分成许多小单元，即像素，就可逐点控制入射光的位相，进而校正畸变的波前。

上个世纪 80 年代末有人开始研究利用液晶显示器作为波前校正器使用（N. Konforti, E. Marom, S. T. Wu, *Optics Letter*, 13(3):251~254(1988), Rensheng Dou, M. K. Giles, *Opt. Lett.*, 20(14):1583~1585(1995)），但液晶显示器中的液晶是扭曲取向排列的，使得进行波前位相调制的同时伴有较大的振幅变化，并非纯位相校正，降低了波前校正器的质量。

## 发明内容

本发明在彩色 TFT 液晶显示屏的工艺基础上,进行了去彩膜、换液晶、改变摩擦方向、重新配置偏振片、编制驱动软件的工艺改造与更新,目的是提供一种利用液晶显示器生产线制备高精度纯位相液晶波前校正器的方法。

彩色液晶显示屏结构如图 1,其生产工艺流程依次为:用外购的带有黑矩阵、三基色彩膜和铟锡氧化物(ITO)透明导电膜的玻璃基板为上基板;下基板的制作是用外购的高平整度玻璃板上依次制作 ITO 导电膜、TFT 薄膜晶体管阵列;上下基板印刷聚酰亚胺(PI)取向膜;在取向膜上做摩擦取向处理;上下两基板上的摩擦方向互成 90 度对叠制成液晶盒;然后注入液晶,通常是折射率各向异性差值较小、为 0.08~0.1 的扭曲向列相液晶;两玻璃基板外表面贴高分子偏振片;外接驱动模块。

将显示屏工艺改造后制成的液晶波前校正器屏结构如图 2,不同于显示屏的地方是上基板的三基色彩膜被完整腐蚀掉;上下基板取向膜的摩擦方向改为互相平行;液晶更换为纯向列相液晶,其折射率各向异性差值大于 0.17;上下基板外侧粘贴的两片光学质量较低的高分子偏振片去掉,更换为 1 片能独立支撑、不易变形的高光学质量偏振片,去掉粘贴过程,偏振片独立置于入射光侧,透光轴与液晶的取向方向相同;按照寻常光与非寻常光的位相延迟随电压变化的关系编制驱动软件。

为更好地理解本发明内容,下面详述在 TFT 彩色液晶显示器生产线上制备纯位相液晶波前校正器的方法。

(1) 利用 TFT 彩色液晶显示器生产线上的基板材料、各种镀膜材料和封装材料;

(2) 把带有黑矩阵和三基色彩膜的玻璃上基板放入浓硫酸中浸泡,使第一层 ITO 导电膜即 ITO 电极 4 和第二层三基色彩膜 3 去除干净,三基色彩膜 3 下的黑矩阵 2 完整无损,然后在去离子水中清洗干净,真空烘干;

(3) 在清洗干净的有黑矩阵 2 的上基板 1 上再重新镀制 ITO 透明导电膜作为 ITO 电极 12;

(4) 按显示器工艺在另一玻璃基板即下基板 9 上先后镀制 ITO 透明导电膜作为 ITO 电极 4 和 TFT 阵列 8;

(5) 分别在下基板 9 的 TFT 阵列 8 侧和上基板 1 的 ITO 电极 12 侧按显示器工艺先后印刷取向膜 13、进行热处理；

(6) 在热处理后的取向膜 13 上做平行基板边方向的摩擦，并使上下基板取向膜 13 上的摩擦方向互为反平行，摩擦强度依从显示器生产线工艺；

(7) 按显示器工艺在镀有黑矩阵 2 的上基板 1 上喷洒 5~6 微米直径的玻璃球隔垫物；

(8) 按显示器工艺在有 TFT 阵列 8 的下基板 9 上印刷封屏胶框，并留有液晶注入口；

(9) 按显示器工艺将有隔垫物的上基板 1 与有封屏胶框的下基板 9 对叠，并使两基板上取向膜 13 的摩擦方向互为反平行，平压两片基板，并使胶框固化，形成屏；

(10) 向屏中注入折射率各向异性值为 0.17~0.4 的纯向列相液晶 14，并封口，完成液晶波前校正器屏的制作；

(11) 选择平行度与平整度优于 1/10 波长、消光比大于 500:1、能独立支撑、不易变形的偏振片，去掉显示器工艺的粘贴过程；

(12) 测量所制备的液晶波前校正器屏的光位相延迟与灰度级的关系，灰度级选用 64 级以上，得到的结果作图。所述的液晶波前校正器屏的光位相延迟是非寻常光与寻常光的光程差，灰度级对应的是驱动电压；

(13) 用函数曲线拟合测得的位相延迟与灰度级的关系；令位相延迟与波前畸变光程量等数值，使位相延迟在波前到达区域的分布与波前畸变互补，基于这一思想，再利用位相延迟与灰度级的拟合曲线关系编写驱动控制软件；

(14) 在入射光侧插入偏振片，偏振片与液晶波前校正器屏的上基板 1 相邻，并且偏振片的透光轴与取向膜 13 的摩擦方向平行，此时透过光为非寻常光；

(15) 根据探测器测得的波前，利用驱动控制软件对液晶波前校正器屏的出射非寻常光位相分布进行计算机控制，实现纯位相波前校正功能。

本发明制备的纯位相液晶波前校正器，可调制光程量 0.7 微米以上，调制精度优于 1/10 波长，稳定性优于传统的变形镜校正器，可在 5~40℃温度

区间保持正常工作状态。与 IC 电路匹配，很容易进行计算机控制。

本发明是利用液晶显示器生产线，对工艺做些改造，变扭曲取向排列的液晶为平行取向排列的液晶，去除了彩膜，使液晶显示器成为纯位相液晶波前校正器。工艺改造无需添加任何工艺设备，简单易行。

### 附图说明

图 1 是液晶显示器屏结构示意图：1 为有黑矩阵的上基板，2 黑矩阵，3 三基色彩膜，4 为 ITO 电极，5 上基板取向膜，7 下基板取向膜， $\odot$ 和 $\rightarrow$ 表示上下基板取向膜上的摩擦方向互相垂直，6 扭曲  $90^\circ$  排列的液晶，8 为 TFT 阵列，9 下基板。

图 2 是本发明制备的液晶波前校正器屏结构示意图：1 为有黑矩阵上基板，2 黑矩阵，12 为 ITO 电极，13 取向膜， $\leftarrow$ 和 $\rightarrow$ 分别表示上下基板取向膜的摩擦方向互为反平行，14 平行排列的纯向列相液晶，8 为 TFT 阵列，9 下基板。

图 3 是采用 64 灰度级驱动液晶波前校正器屏时，其位相延迟和透过光强随灰度级变化的关系曲线：图中的 $\triangle$ 和 $\square$ 是位相延迟与灰度级的依赖关系，分别为相隔 3 天的两次测量结果，可以看出液晶波前校正器屏的电光特性很稳定，畸变校正范围 0.717 微米，超过 1 个波长 0.633 微米，可控步长 0.050 微米，各位置不重复度小于 1%；图中 $\blacksquare$ 是测得的透过率与灰度级的关系，实线是根据测量结果用多项式拟合的曲线，确认透过率随灰度级变化范围的波动小于 1.5%，是纯位相液晶波前校正器屏。

图 4 是检测液晶波前校正器性能的实验光路图：17 为 Zygo 干涉仪，18 为石英偏振片，19 为畸变介质，20 为液晶波前校正器屏，21 为反射镜，22 为计算机。

图 5 是在 Zygo 干涉仪 17 上测得的液晶波前校正器对波前的校正效果，其中 (a) 为校正前的畸变波前，波前最大峰谷差值为 0.291 波长，峰谷差值的方均根值为 0.059 波长；(b) 为校正后的无畸变波前，波前峰谷差值为 0.098 波长，即小于  $1/10$  波长，峰谷差值的方均根值为 0.017 波长。可见所制得的纯位相液晶波前校正器的校正精度很高。

### 具体实施方式

(1) 利用吉林彩晶数码公司的 TFT 彩色液晶显示器生产线，采用生产线上的基板材料、各种镀膜材料和封装材料；

(2) 把带有黑矩阵 2 和三基色彩膜 3 的玻璃基板，在优级纯浓硫酸中浸泡 1 分钟，取出后放入去离子水中超声清洗 3 分钟，再将其放回浓硫酸中浸泡半分钟，取出后再放入去离子水中超声清洗 3 分钟，如此反复操作 3 次，使第一层 ITO 导电膜即 ITO 电极 4 和第二层三基色彩膜 3 去除干净，彩膜下的黑矩阵 2 完整无损，然后在去离子水中超声清洗 5 分钟，反复 3 次，真空烘干；

(3) 在清洗干净的有黑矩阵 2 的上基板 1 上按显示器生产线工艺重新镀制 ITO 透明导电膜即 ITO 电极 12；

(4) 按显示器生产线工艺在下基板 9 上先后镀制 ITO 透明导电膜作为 ITO 电极 4 和 VGA 型 TFT 阵列 8，TFT 阵列 8 的单元 TFT 所占面积为 25 微米×55 微米，TFT 阵列 8 对角线尺寸为 10.4 英寸，彩色显示中的亚像素单元在此成为独立像素单元，因此像素数为 1920×480，像素单元面积 85 微米×300 微米，像素间距 25 微米；

(5) 分别在下基板 9 的 TFT 阵列 8 侧和上基板 1 的 ITO 电极 12 侧按显示器工艺先后印刷聚酰亚胺 (PI) 取向膜 13、进行热处理；

(6) 在热处理后的聚酰亚胺 (PI) 取向膜 13 上做平行基板边方向的摩擦；并使上下基板取向膜 13 上的摩擦方向互为反平行，摩擦强度依从显示器生产线工艺；

(7) 按显示器生产线工艺在上基板 1 上喷洒 5 微米直径的玻璃球隔垫物；

(8) 按显示器生产线工艺在下基板 9 上印刷封屏胶框，并留有液晶注入口；

(9) 将有隔垫物的上基板 1 与有封屏胶框下基板 9 按显示器生产线工艺对准对叠，并使两基板上的取向膜 13 摩擦方向互为反平行，按显示器工艺平压两片基板，并使胶框固化，形成屏；

(10) 选择折射率各向异性值为 0.198 的纯向列相液晶 (RDP-92975, 大日本油墨公司)，按显示器生产线工艺向屏中注入所选纯向列相液晶 14，封口，完成液晶波前校正器屏 20 的制作；

(11) 选择平行度与平整度优于  $1/8$  波长、直径 40mm、厚 5mm、消光比为 1000:1、P 光成分大于 95% 的石英偏振片 18;

(12) 利用显示器的驱动模块采用 64 灰度级驱动液晶波前校正器屏 20;

(13) 在光谱型椭圆仪 UVISEL (法国 JOBIN YVON 公司) 上测量液晶波前校正器屏 20 的光位相延迟与灰度级的关系: 测试光束直径为 1 毫米, 选 7 个不同位置, 每个位置分别测量 5 次取平均值, 得到的结果如图 3 所示, 可以看出液晶波前校正器屏 20 的电光特性很稳定, 畸变校正范围 0.717 微米, 可控步长 0.050 微米, 各位置不重复度小于 1%, 透过率不随驱动电压变化, 是纯位相液晶波前校正器屏;

(14) 用多项式拟合图 3 中位相延迟与灰度级的关系曲线, 如图 3 中实线:  
$$Y = -0.00407 + 0.00642X - 4.92111 \times 10^{-4}X^2 + 2.99085 \times 10^{-5}X^3 - 7.12419 \times 10^{-7}X^4 + 6.06207 \times 10^{-9}X^5$$
其中, X 表示灰度级, Y 表示位相延迟。依据上述多项式和液晶波前校正器屏上的位相分布与畸变波前互补的原则编写驱动控制软件;

(15) 在入射光侧插入石英偏振片 18, 使石英偏振片 18 的透光轴与取向膜 13 的摩擦方向平行, 采用 Zygo 干涉仪 17 探测通过液晶波前校正器屏 20 的非寻常光位相分布即波前, 计算机控制驱动液晶波前校正器屏 20, 实现纯位相波前校正功能。

波前校正实验:

按图 4 所示的方法布置好光路, 液晶波前校正器屏 20 以入射光的偏振方向为轴转 2 度, 以克服玻璃基板表面的反射光对 Zygo 干涉仪 17 显示的干涉条纹干扰, 使干涉条纹对比度增强; 在液晶波前校正器屏 20 上选择  $10\text{mm} \times 10\text{mm}$  被校正面积, 并使液晶波前校正器屏 20 上的象素与 Zygo 干涉仪 17 上的 CCD 象素位置对准, 进行闭环校正。校正前的波前如图 5(a) 所示峰谷差值为 0.291 波长, 校正后的波前如图 5(b) 所示峰谷差值减小到 0.098 波长, 即畸变小于  $1/10$  波长, 方均根值由校正前的 0.059 波长达到校正后的 0.017 波长, 可见本发明利用液晶显示器生产线制得的纯位相液晶波前校正器可以达到很高精度。

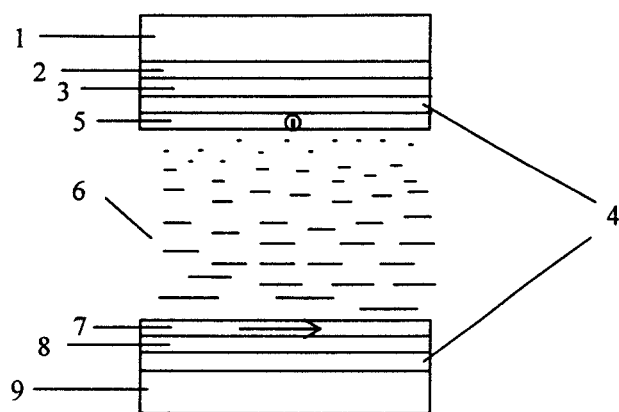


图 1

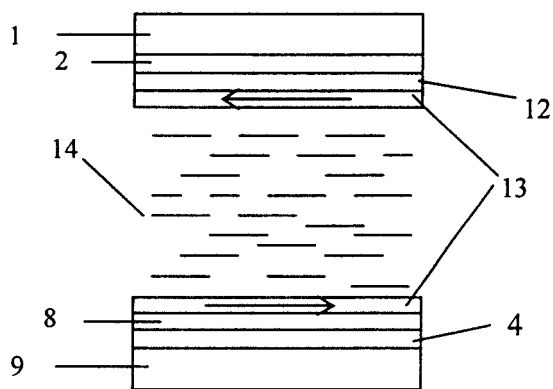


图 2

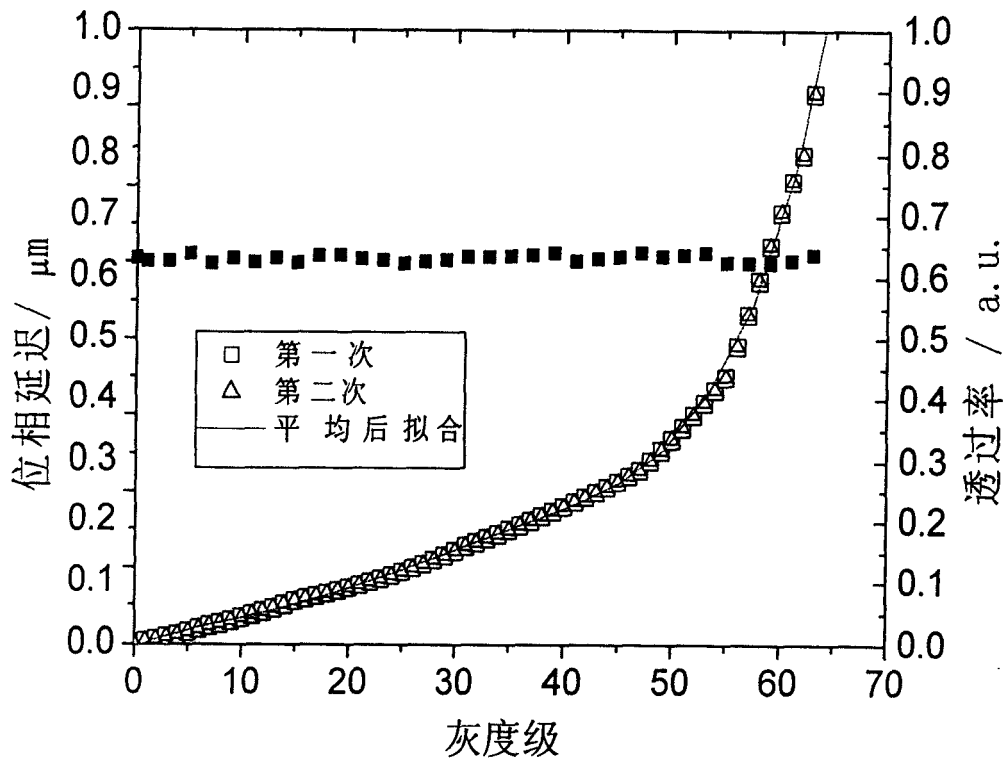


图 3

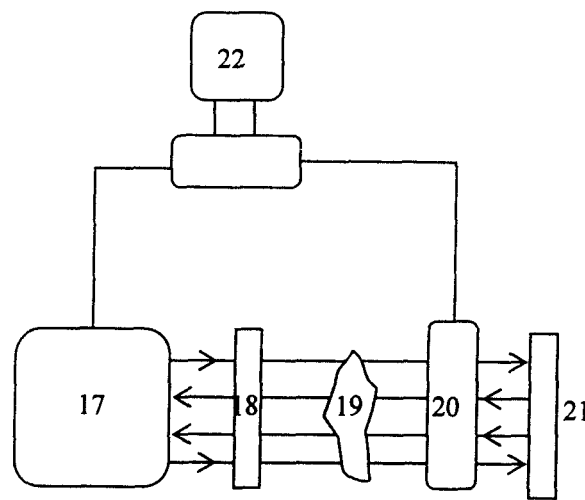


图 4

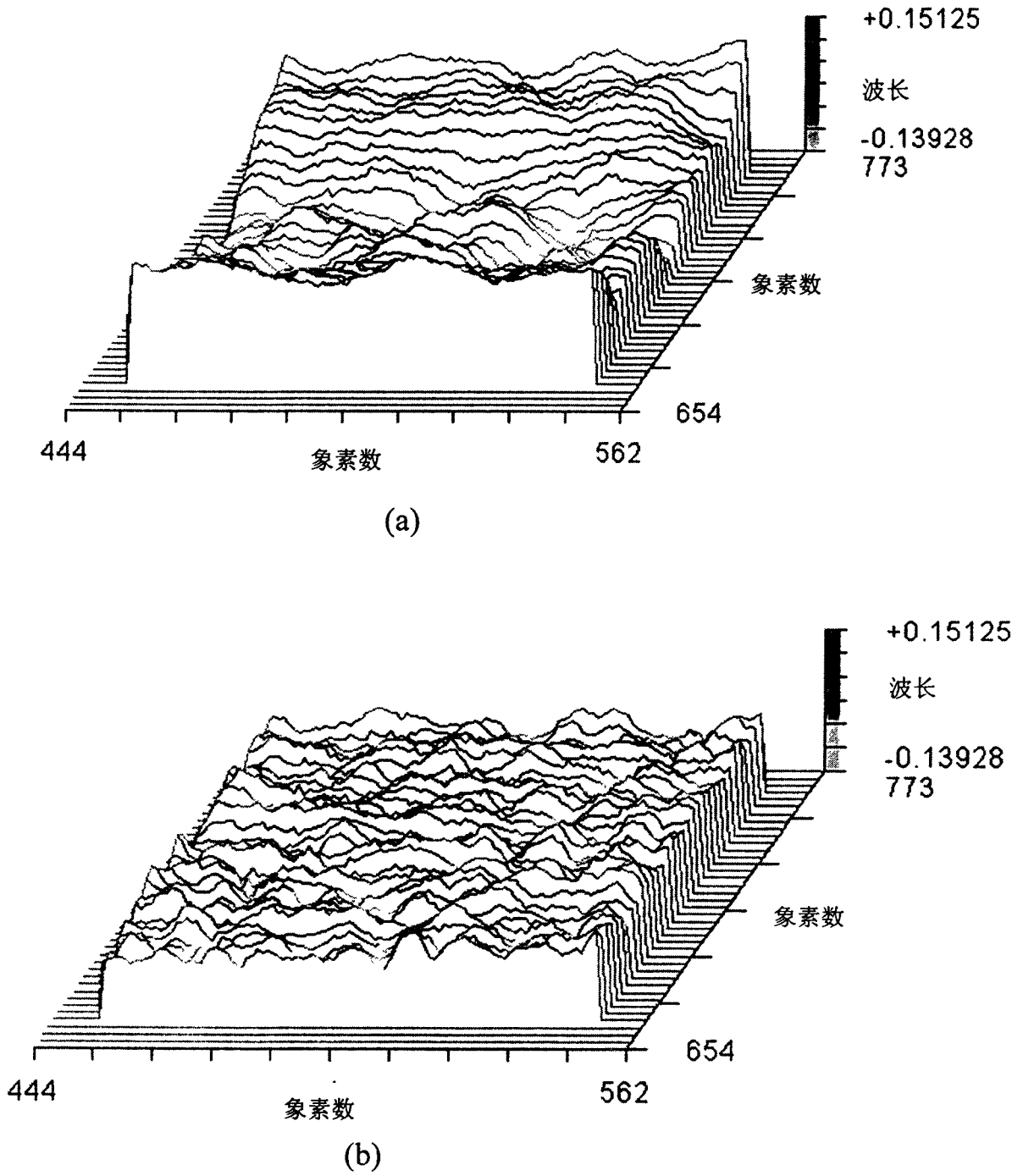


图 5

专利名称(译)	一种利用液晶显示器生产线制作纯位相液晶波前校正器的方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN1727968A</a>	公开(公告)日	2006-02-01
申请号	CN200410011374.X	申请日	2004-12-21
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院长春光学精密机械与物理研究所		
[标]发明人	宣丽 刘永军 胡立发 李大禹 曹召良 穆全全 鲁兴海		
发明人	宣丽 刘永军 胡立发 李大禹 曹召良 穆全全 鲁兴海		
IPC分类号	G02F1/136 G02F1/1337 G02F1/1335 H01L29/786		
代理人(译)	李恩庆		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明属于光学技术领域，是一种利用液晶显示器生产线制作高精度纯位相液晶波前校正器的方法。是将显示器上基板的三基色彩膜被完整腐蚀掉，取向膜摩擦方向改为互相平行，液晶更换为纯向列相液晶，基板外侧粘贴的两片偏振片更换为1片能独立支撑、不易变形的高光学质量偏振片；按照寻常光与非寻常光的位相延迟随电压的关系编制驱动软件。本发明制备的纯位相液晶波前校正器，可调制光程量0.7微米以上，调制精度优于1/10波长，与IC电路匹配，很容易进行计算机控制。本发明进行的工艺改造无需添加任何工艺设备，简单易行。

