



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102012587 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 13

(21) 申请号 201010560602. 4

(22) 申请日 2010. 11. 25

(71) 申请人 河北工业大学

地址 300401 天津市北辰区河北工业大学北  
辰校区

(72) 发明人 杨国强 孙玉宝

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务  
所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51) Int. Cl.

G02F 1/1343(2006. 01)

G02F 1/13363(2006. 01)

G02F 1/1333(2006. 01)

G02F 1/133(2006. 01)

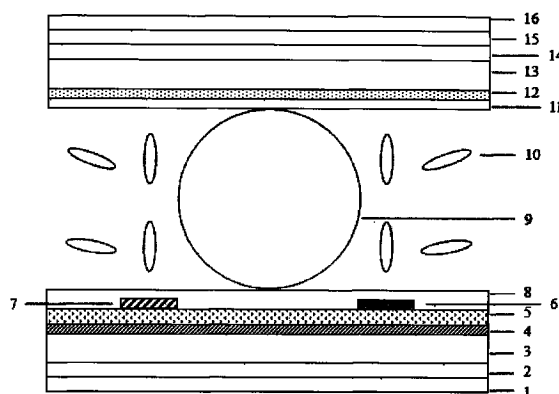
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 5 页

### (54) 发明名称

垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器

### (57) 摘要

本发明为一种垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器,该液晶显示器包括:两个偏光片、两个等厚度负 C 膜、一个双轴膜、液晶盒;所述的液晶盒是垂面排列模式的液晶盒,包括:玻璃基板、ITO 公共面电极、绝缘层、条状 ITO 像素电极、上下取向层、液晶材料、上层 ITO 面电极、球形树脂粉和边框胶,所述的条状 ITO 像素电极为:电极宽度  $W = 1 \sim 6 \mu\text{m}$ ,电极间距  $G = 1 \sim 20 \mu\text{m}$ 。本发明设计的液晶显示器相对于传统垂面排列 IPS 液晶显示器,关响应速度提高了 10 倍以上,达到了  $\sim 0.18\text{ms}$ ,并且实现了  $0.55\text{ms}$  的总响应时间,且工艺上简单易实现。



1. 一种垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为该液晶显示器包括：两个偏光片（分为起偏器和检偏器）、两个等厚度负 C 膜、一个双轴膜、液晶盒；其位置关系依次为：起偏器、第一负 C 膜、液晶盒、第二负 C 膜、双轴膜和检偏器，光线依次通过起偏器、第一负 C 膜、液晶盒、第二负 C 膜、双轴膜和检偏器；

所述的液晶盒是垂面排列模式的液晶盒，包括：玻璃基板、氧化铟锡（ITO）公共面电极、绝缘层、条状 ITO 像素电极、上下取向层、液晶材料、上层 ITO 面电极、球形树脂粉和边框胶；自下而上其位置依次关系为：下玻璃基板，ITO 公共面电极、绝缘层、条状 ITO 像素电极、下取向层、液晶材料和球形树脂粉间隔物、上取向层、上层 ITO 面电极、上玻璃基板。上下玻璃基板用封边框胶贴合；

所述的液晶盒中上玻璃基板内表面上的上层 ITO 面电极和下玻璃基板内表面上的 ITO 公共面电极形状为面状电极；

所述的条状 ITO 像素电极为：电极宽度  $W = 1 \sim 6 \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 1 \sim 20 \mu\text{m}$ ，相邻的条状 ITO 像素电极加电势相反的电压。

2. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的条状 ITO 像素电极在绝缘层上分布为“之”字状。

3. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的绝缘层为  $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$  厚的二氧化硅绝缘层。

4. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的液晶层的厚度  $d = 3 \sim 10 \mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的液晶材料为正性液晶材料，具体（Merck 公司生产的 MLC-2043）参数： $\epsilon_{//} = 18$ ， $\epsilon_{\perp} = 4$ ， $n_o = 1.6794$ ， $n_e = 1.4794$ ， $K_{11} = 10.87\text{pN}$ ， $K_{22} = 9.5\text{pN}$ ， $K_{33} = 15.37\text{pN}$ ， $\gamma_1 = 0.1\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

6. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的两个等厚度负 C 膜，厚度都为  $32.5 \mu\text{m}$ ，折射率参数为： $n_e = 1.483$ ， $n_o = 1.493$ 。

7. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的双轴膜厚度为  $184 \mu\text{m}$ ，折射率参数为： $n_x = 1.511$ ， $n_y = 1.5095$ ， $n_z = 1.51025$ ，方位角为  $-45^\circ$ ；

8. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述的两个偏光片都采用理想偏光片。

9. 如权利要求 1 所述垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，其特征为所述液晶盒上基板面电极的电势为零。

## 垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种垂面排列快速响应的液晶显示模式，具体为一种垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器，

### 背景技术

[0002] 垂面排列 IPS 液晶显示器 (IPS-VA LCD)，是利用下玻璃基板上的条状 ITO 电极间的共面电场驱动液晶分子倾倒的液晶显示器。它具有快速响应和宽视角特性，可以广泛地应用于台式机显示器，液晶电视等大屏液晶显示器。

[0003] 传统垂面排列 IPS 液晶显示器都是采用去掉条状 ITO 电极上的工作电压后，液晶分子自由弛豫到初始状态的驱动模式，这样以来关响应时间较长 ( $\sim 3\text{ms}$ )。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决传统垂面排列 IPS 液晶显示器的关响应速度慢问题，提供一种垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器。采用新设计的 FIS-3T 电极结构，通过在关响应过程给下层 ITO 面电极和条状电极加  $0.5\text{ms}$  的  $10\text{V}$  电压脉冲，利用上 ITO 面电极与下玻璃基板上的电极间的垂直电场使液晶分子迅速回到垂面排列的暗态，相同的液晶材料和液晶盒厚，与传统垂面排列 IPS 液晶显示器相比，实现了关响应速度 10 倍以上 ( $\sim 0.18\text{ms}$ ) 的提高，实现了  $0.55\text{ms}$  总响应时间，对彩色时序显示的实现有深远意义，同时保持了传统垂面排列 IPS 液晶显示器的宽视角特性。

[0005] 本发明的技术解决方案如下：

[0006] 一种垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器 (FIS-VA-3T LCD)，其特征为该液晶显示器包括：两个偏光片（分为起偏器和检偏器）、两个等厚度负 C 膜、一个双轴膜、液晶盒；其位置关系依次为：起偏器、第一负 C 膜、液晶盒、第二负 C 膜、双轴膜和检偏器，光线依次通过起偏器、第一负 C 膜、液晶盒、第二负 C 膜、双轴膜和检偏器；

[0007] 所述的液晶盒是垂面排列模式的液晶盒，包括：玻璃基板、氧化铟锡 (ITO) 公共面电极、绝缘层、条状 ITO 像素电极、上下取向层、液晶材料、上层 ITO 面电极、球形树脂粉和边框胶；自下而上其位置依次关系为：下玻璃基板，ITO 公共面电极、绝缘层、条状 ITO 像素电极、下取向层、液晶材料和球形树脂粉间隔物、上取向层、上层 ITO 面电极、上玻璃基板。上下玻璃基板用封边框胶贴合。

[0008] 所述的液晶盒中上玻璃基板内表面上的上层 ITO 面电极和下玻璃基板内表面上的 ITO 公共面电极形状为面状电极，

[0009] 所述的条状 ITO 像素电极为：电极宽度  $W = 1 \sim 6 \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 1 \sim 20 \mu\text{m}$ 。

[0010] 所述的条状 ITO 像素电极在绝缘层上分布为“之”字状 (zigzag)；相邻的条状 ITO 像素电极加电势相反的电压。

- [0011] 所述的绝缘层为  $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$  厚的二氧化硅绝缘层；
- [0012] 所述的液晶层的厚度  $d = 3 \sim 10 \mu\text{m}$ 。
- [0013] 所述的液晶材料为正性液晶材料，具体（Merck 公司生产的 MLC-2043）参数： $\varepsilon_{//} = 18$ ， $\varepsilon_{\perp} = 4$ ， $n_o = 1.6794$ ， $n_e = 1.4794$ ， $K_{11} = 10.87\text{pN}$ ， $K_{22} = 9.5\text{pN}$ ， $K_{33} = 15.37\text{pN}$ ， $\gamma_1 = 0.1\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。
- [0014] 所述的液晶盒边界强锚定，上下两玻璃基板处液晶的预倾角度和方位角度都为  $90^\circ$  和  $0^\circ$ 。
- [0015] 所述的两个等厚度负 C 膜，厚度都为  $32.5 \mu\text{m}$ ，折射率参数为： $n_e = 1.483$ ， $n_o = 1.493$ 。
- [0016] 所述的双轴膜厚度为  $184 \mu\text{m}$ ，折射率参数为： $n_x = 1.511$ ， $n_y = 1.5095$ ， $n_z = 1.51025$ ，方位角为  $-45^\circ$ ，模拟中所采用的两个偏光片都采用理想偏光片。
- [0017] 所述的两玻璃基板依靠封边框胶粘结在一起，在液晶盒内放置与所需液晶层厚度匹配的球形树脂粉来控制液晶层的厚。
- [0018] 所述液晶盒上基板面电极的电势为零。
- [0019] 本发明与现有技术相比有如下的有益效果；
- [0020] 本发明设计的液晶显示器的特点是：通过使用新设计的 FIS-3T 电极结构，在下基板上有一层公共面电极，公共电极上有条状像素电极，公共电极和条状像素电极之间用绝缘层二氧化硅或氮化硅隔开，在上基板内侧有面电极，构成的三层电极结构，可以提高关响应速度。关响应过程，通过给下层 ITO 面电极和条状电极加  $0.5\text{ms}$  的  $10\text{V}$  电压脉冲，利用上层 ITO 面电极与下玻璃基板上的电极间的垂直电场使液晶分子迅速回到垂面排列的暗态，实现了关响应速度的大幅提升，相同的液晶材料和液晶盒厚，相对于传统垂面排列 IPS 液晶显示器，关响应速度提高了 10 倍以上，达到了  $\sim 0.18\text{ms}$ ，并且实现了  $0.55\text{ms}$  的总响应时间，将会对彩色时序显示的实现产生深远影响，同时保持了传统垂面排列 IPS 液晶显示器的宽视角特性，且工艺上简单易实现。

## 附图说明

- [0021] 图 1 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器整体结构的剖面示意图。
- [0022] 图 2 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器 (b) 和传统垂面排列 IPS 液晶显示器 (a) 电极结构和亮态液晶分子分布的剖面示意图对比。
- [0023] 图 3 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器条状 ITO 像素电极做成之字状 (zigzag) 的俯视图。
- [0024] 图 4 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器不同电极间距下的响应时间对比，电极宽度  $W = 1 \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 2 \mu\text{m}$  (点线)；电极间距  $G = 4 \mu\text{m}$  (虚线)；电极间距  $G = 6 \mu\text{m}$  (实线)。
- [0025] 图 5 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器不同电极间距下透过率与电压关系图对比，电极宽度  $W = 1 \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 2 \mu\text{m}$  (点线)；电极间距  $G = 4 \mu\text{m}$  (虚线)；电极间距  $G = 6 \mu\text{m}$  (实线)。
- [0026] 图 6 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器和传统垂面排列 IPS 液

晶显示器测试响应过程所加电压示意图。

[0027] 图 7 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器（实线）和传统垂面排列 IPS 液晶显示器（虚线）相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\ \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\ \mu\text{m}$  响应时间对比。

[0028] 图 8 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器（实线）和传统垂面排列 IPS 液晶显示器（虚线）相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\ \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\ \mu\text{m}$  透过率与电压关系图对比。

[0029] 图 9 是本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器 (b) 和传统垂面排列 IPS 液晶显示器 (a) 相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\ \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\ \mu\text{m}$  相同补偿后的对比度视角图对比。

### 具体实施方式

[0030] 本发明制得的垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器整体结构的剖面示意图如图 1 所示，自下而上其位置关系为：起偏器 1、第一负 C 膜 2、下玻璃基板 3，ITO 公共面电极 4、绝缘层 5、条状 ITO 像素电极 6 和 7、下取向层 8、液晶材料 10 和球形树脂粉间隔物 9、上取向层 11、上层 ITO 面电极 12、上玻璃基板 13、第二负 C 膜 14、双轴膜 15、检偏器 16。

[0031] 其中条状 ITO 像素电极 6 和条状 ITO 像素电极 7 为位置相邻、完全相同的电极，所加电势相反的电压；

[0032] 其中，起偏器和检偏器均为理想偏振片，起偏器的方位角为  $-45^\circ$ ，第一负 C 膜折射率参数为： $n_e = 1.483$ ， $n_o = 1.493$ ，厚度是  $32.5\ \mu\text{m}$ ，绝缘层厚度为  $0.3\ \mu\text{m}$ ，条状 ITO 像素电极 6 和条状 ITO 像素电极 7 均为电极宽度  $W = 1\ \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\ \mu\text{m}$ ，上下取向层使边界处的液晶分子边界强锚定，上下取向层附近液晶的预倾角度  $90^\circ$ ，方位角度为  $0^\circ$ ，所述的上下玻璃基板依靠封边框胶粘结在一起，通过球形树脂粉的直径来控制液晶层的厚度  $d = 4\ \mu\text{m}$ ，灌入液晶的材料（Merck 公司生产的 MLC-2043）参数： $\varepsilon_{//} = 18$ ， $\varepsilon_{\perp} = 4$ ， $n_o = 1.6794$ ， $n_e = 1.4794$ ， $K_{11} = 10.87\text{pN}$ ， $K_{22} = 9.5\text{pN}$ ， $K_{33} = 15.37\text{pN}$ ， $\gamma_1 = 0.1\text{Pa} \cdot \text{s}$ ，第二负 C 膜折射率参数为： $n_e = 1.483$ ， $n_o = 1.493$ ，厚度是  $32.5\ \mu\text{m}$ ，双轴膜厚度为  $184\ \mu\text{m}$ ，折射率参数为： $n_x = 1.511$ ， $n_y = 1.5095$ ， $n_z = 1.51025$ ，方位角为  $-45^\circ$ ，理想检偏器的方位角为  $45^\circ$ 。本发明的垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器 (b) 的电极结构（为了说明电极的设计，所以只给出了电极的剖面图，省略了其中的球形树脂粉间隔物 9、下取向层 8 等部件，）及亮态液晶分子分布和传统垂面排列 IPS 液晶显示器 (a) 的电极结构及亮态液晶分子分布的剖面示意图对比如图 2 所示，下玻璃基板上条状 ITO 像素电极 7 和条状 ITO 像素电极 6 与 ITO 公共面电极 4 之间用  $0.3\ \mu\text{m}$  的二氧化硅绝缘层 5 隔开，在上玻璃基板内表面加上上层 ITO 面电极 12。图 3 给出了本发明垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器条状 ITO 像素电极做成之字状 (zigzag) 的俯视图，将条状 ITO 像素电极做成之字状 (zigzag) 来改善色散特性（液晶分子形成均匀的四畴排列，“之”字的折角设定为  $90^\circ$ ）。垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器不同电极间距下的响应时间对比如图 4 所示，相同的液晶材料参数和液晶盒厚，电极宽度  $W = 1\ \mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 2\ \mu\text{m}$ （点线）的电极结构上升时间  $0.37\text{ms}$ ，下

降时间 0.18ms；电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\mu\text{m}$ （虚线）的电极结构上升时间 1.81ms，下降时间 0.25ms；电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 6\mu\text{m}$ （实线）的电极结构上升时间 4.29ms，下降时间 0.3ms，可见，电极间距越小上升时间越短，但下降时间都极短，在 0.3ms 以下，电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 2\mu\text{m}$ （点线）的电极结构实现了总响应时间 0.55ms，这对彩色时序显示的实现意义深远。图 5 是垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器不同电极间距下透过率与电压关系图对比图，电极间距越大透过率越高。图 6 是垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器和传统垂面排列 IPS 液晶显示器测试响应过程所加电压示意图。垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器的开响应过程，相邻条状 ITO 像素电极 7 和 6 上加 20ms 的  $\pm 6\text{V}$  工作电压，关响应过程，去掉工作电压，同时给上层 ITO 面电极 12 加 0.5ms 的 10V 电压脉冲，然后去掉电压脉冲。传统垂面排列 IPS 液晶显示器的开响应过程，相邻条状 ITO 像素电极上分别加 20ms 的 6V 和 0V 工作电压，关响应过程，去掉工作电压，让液晶分子自由弛豫到垂面暗态。图 7 是垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器（实线）和传统垂面排列 IPS 液晶显示器（虚线）相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\mu\text{m}$  响应时间对比，传统垂面排列 IPS 液晶显示器的上升时间 1.9ms，下降时间 2.6ms，垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器的上升时间 1.81ms，下降时间 0.25ms，两者上升时间相近，下降时间提高了 10 倍以上。图 8 是垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器（实线）和传统垂面排列 IPS 液晶显示器（虚线）相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\mu\text{m}$  透过率与电压关系图对比，两种显示器工作电压相同，垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器的阈值电压低，利于驱动，透过率略高。图 9 是垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器 (b) 和传统垂面排列 IPS 液晶显示器 (a) 相同的电极尺寸：电极宽度  $W = 1\mu\text{m}$ ，电极间距  $G = 4\mu\text{m}$  相同补偿后的对比度视角图对比，两种显示器的视角相近，都具有宽视角特性。

[0033] 垂面排列快速响应的 FIS-VA-3T 液晶显示器的初始状态，液晶分子垂面排列，在正交偏光片和补偿膜的作用下，得到一个良好的暗态。开响应过程，在下玻璃基板相邻的条状 ITO 像素电极 7 和 6 上加上  $\pm 6\text{V}$  的工作电压，ITO 公共面电极和上层 ITO 面电极不加任何电压，保持 0V 低电位，利用条状 ITO 像素电极和 ITO 公共面电极 4 间的边缘电场和 ITO 像素电极间的共面电场使液晶分子在开响应过程中倾倒，最终实现亮态。关响应过程，对条状 ITO 像素电极和下基板面电极同时加 0.5ms 的 10V 电压脉冲，同时上基板面电极电势为零，利用上层 ITO 面电极与下玻璃基板上的面电极间的垂直电场使液晶分子迅速回到垂面排列的暗态，实现了提高关响应速度的目的。

[0034] 本发明的液晶显示器的制作方法为公知技术，参照由北京邮电大学出版社出版、范志新编著的《液晶器件工艺基础》可得。

[0035] 本发明未述及之处适用于现有技术。

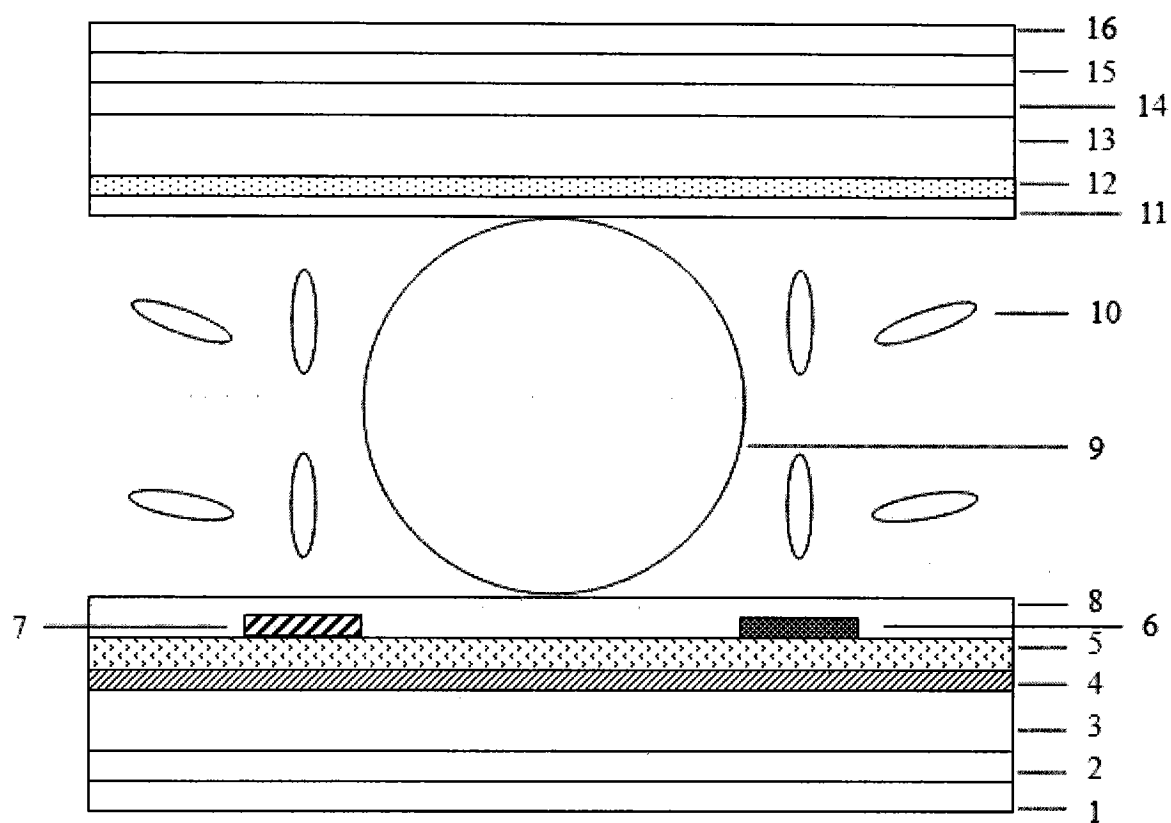


图 1

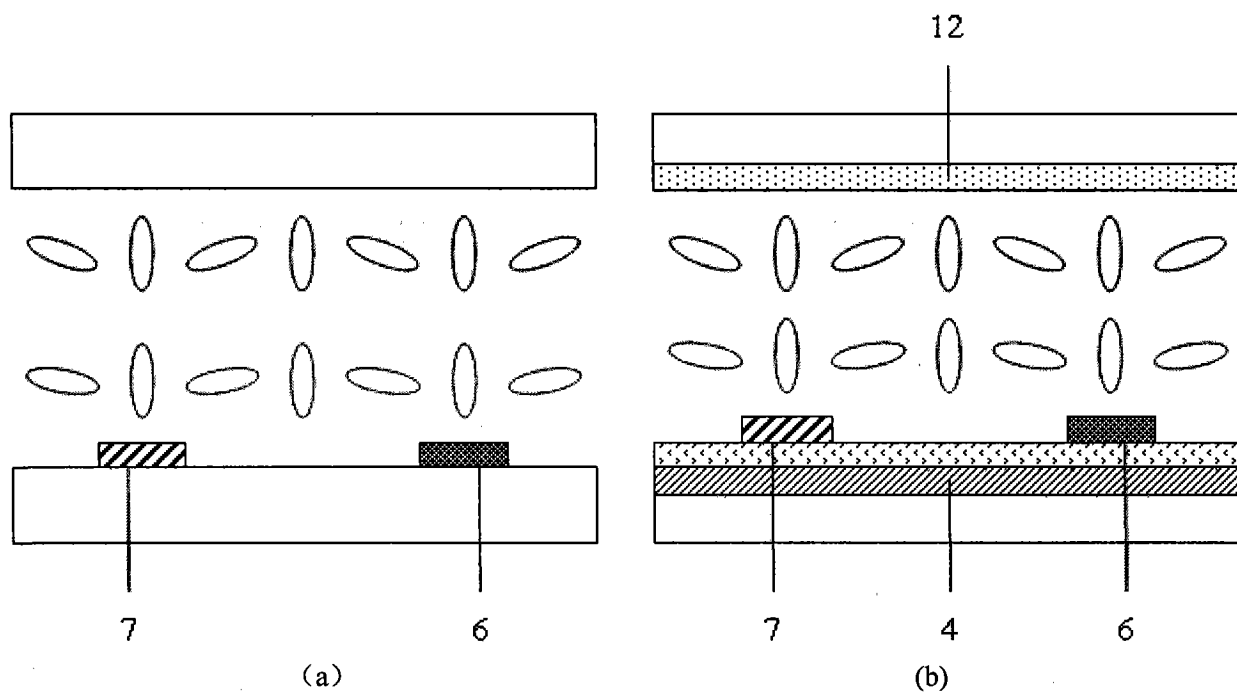


图 2

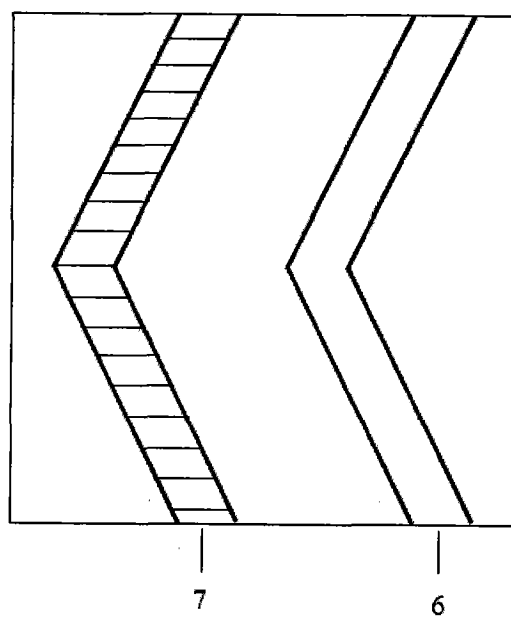


图 3

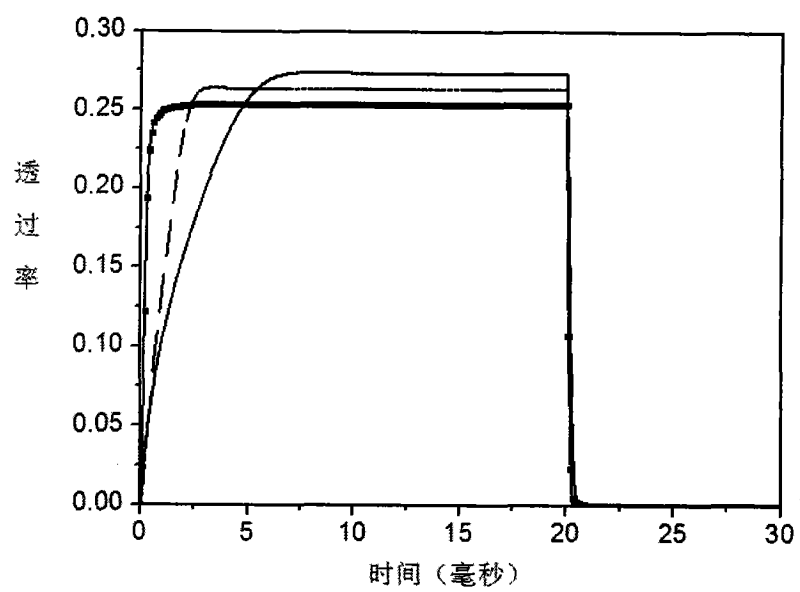


图 4

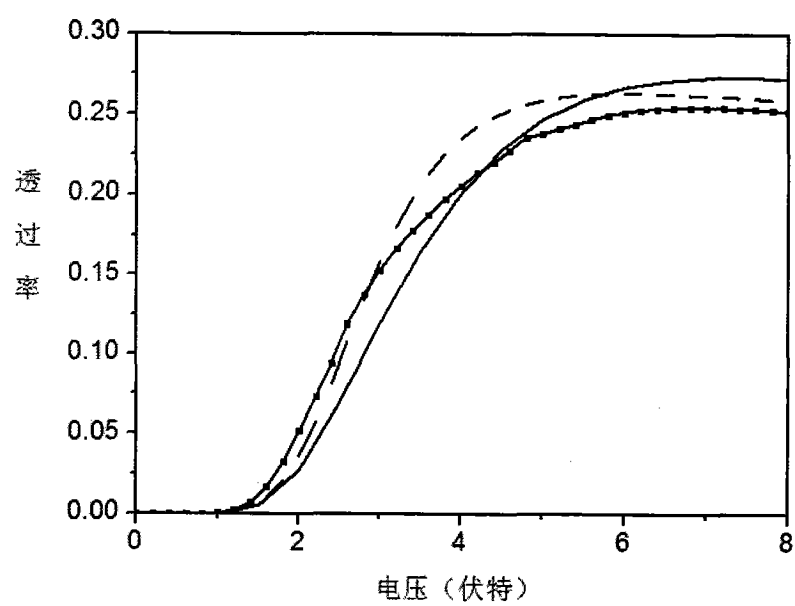


图 5

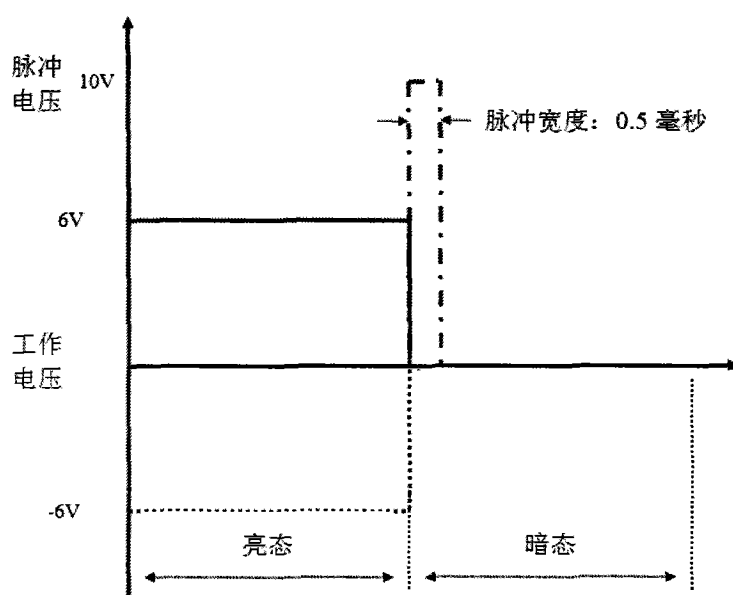


图 6

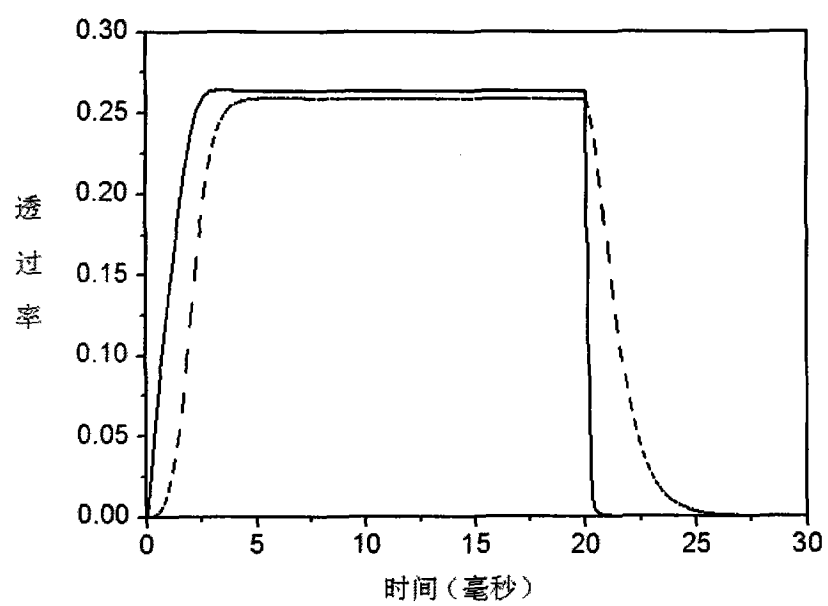


图 7

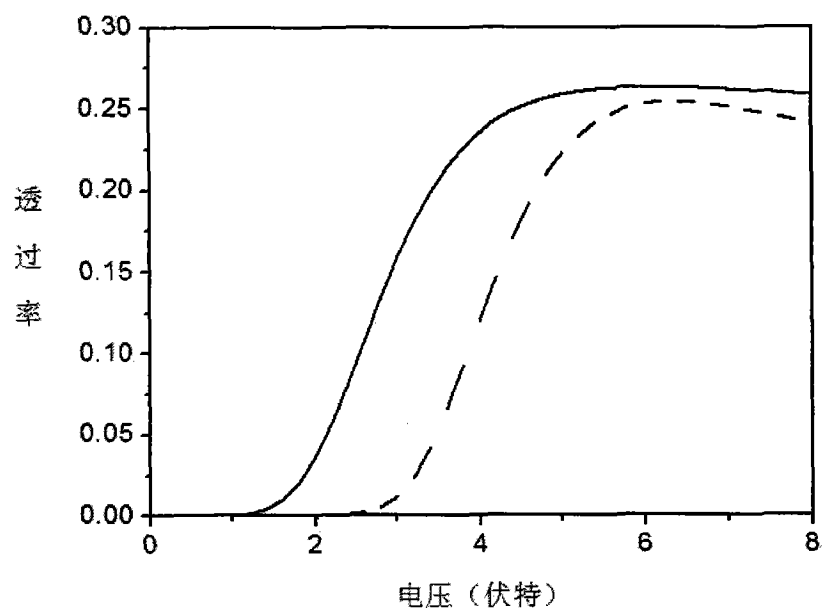


图 8

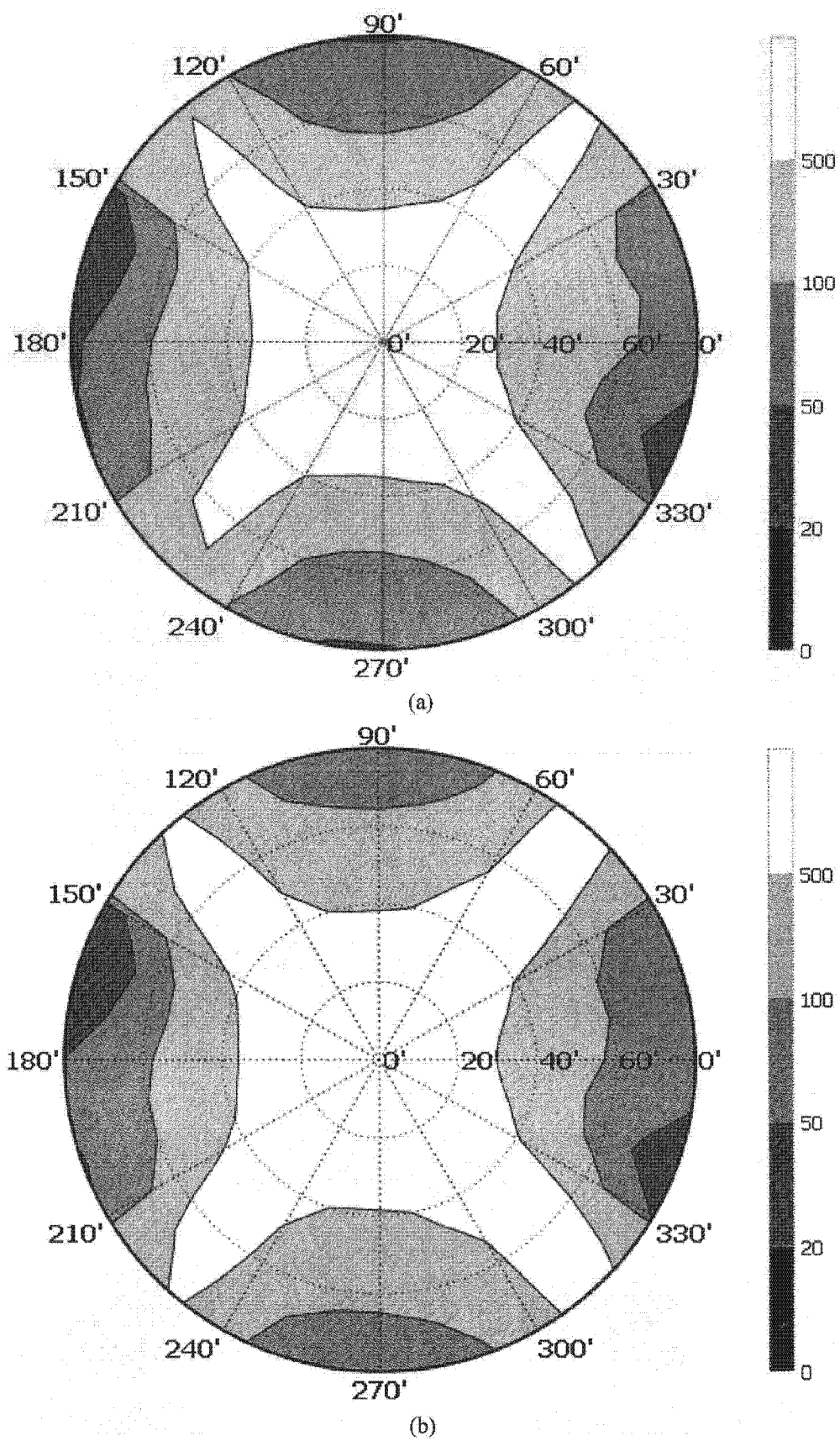


图 9

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 垂面排列快速响应的FIS-VA-3T液晶显示器                        |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN102012587A</a>                   | 公开(公告)日 | 2011-04-13 |
| 申请号            | CN201010560602.4                               | 申请日     | 2010-11-25 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 河北工业大学                                         |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 河北工业大学                                         |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 河北工业大学                                         |         |            |
| [标]发明人         | 杨国强<br>孙玉宝                                     |         |            |
| 发明人            | 杨国强<br>孙玉宝                                     |         |            |
| IPC分类号         | G02F1/1343 G02F1/13363 G02F1/1333 G02F1/133    |         |            |
| 代理人(译)         | 赵凤英                                            |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

#### 摘要(译)

本发明为一种垂面排列快速响应的FIS-VA-3T液晶显示器，该液晶显示器包括：两个偏光片、两个等厚度负C膜、一个双轴膜、液晶盒；所述的液晶盒是垂面排列模式的液晶盒，包括：玻璃基板、ITO公共面电极、绝缘层、条状ITO像素电极、上下取向层、液晶材料、上层ITO面电极、球形树脂粉和边框胶，所述的条状ITO像素电极为：电极宽度 $W = 1 \sim 6\mu\text{m}$ ，电极间距 $G = 1 \sim 20\mu\text{m}$ 。本发明设计的液晶显示器相对于传统垂面排列IPS液晶显示器，关响应速度提高了10倍以上，达到了 $\sim 0.18\text{ms}$ ，并且实现了 $0.55\text{ms}$ 的总响应时间，且工艺上简单易实现。

