

·光电器件与材料·

## 负性VA-LCD视角特性研究

黄 翀<sup>1</sup>, 许国栋<sup>1</sup>, 杨玮枫<sup>1</sup>, 吴永俊<sup>2</sup>

(1. 汕头大学 理学院, 广东 汕头 515063; 2. 汕头超声显示器有限公司, 广东 汕头 515041)

**摘 要:** 液晶材料具有双折射效应, 因此偏振光在液晶材料中各个方向上发生双折射的程度不同, 这决定了LCD的视角特性和对比度随视角的变化有所不同。用光栅光谱仪测量在不同电压驱动下负性VA-LCD的电光特性, 以及测量其电光特性随视角的变化; 并对其三基色的电光特性和视角特性进行分析。结果表明, 三基色的透过率在驱动电压2.2 V之前很小; 在2.2 V后, 透过率随电压的升高而增大; 其中红基色和绿基色的透过率是一直升高, 在电压达到5.0 V后, 就是趋于平缓, 而蓝基色的透过率是在3.7 V左右达到最大, 而后慢慢变小, 最后在电压达到6.0 V后, 趋近一个稳定值。负性VA-LCD三基色的视角特性: 红基色的视角范围最宽, 绿基色次之, 蓝基色的视角范围最窄。

**关键词:** 负性VA-LCD; 三基色; 电光特性; 视角特性

中图分类号: O433.1; O753.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2015)-02-0023-04

## Research on Viewing Angle Characteristics of Negative VA-LCD

HUANG Chong<sup>1</sup>, XU Guo-dong<sup>1</sup>, YANG Wei-feng<sup>1</sup>, WU Yong-jun<sup>2</sup>

(1. Department of Science, Shantou University, Shantou 515063, China; 2. Shantou Goworld Display Co. Ltd, Shantou 515041, China)

**Abstract:** Liquid crystal material has birefringence effect, so the polarized light occurs at different levels of birefringence in all directions in liquid crystal material, which determines the viewing angle characteristic and the contrast of LCD are different along with the change of viewing angles. The electro-optical characteristics of the negative VA-LCD under different driving voltages and the electro-optical characteristics along with the change of viewing angles are tested by a grating spectrograph to analyze electro-optical characteristics and viewing angles of the three primary colors of the negative VA-LCD. The results show that the transmittance of three primary colors is low under 2.2 V driving voltage, when the driving voltage exceeds 2.2 V, the transmittance increases with the increase of the voltage. The transmittance of red and green primary color increases all along, and reach 5.0 V are leveling off, but the transmittance of blue primary color is the maximum at 3.7 V, then become smaller, and then tends to a stable value at 6.0 V. In the viewing angles of the three primary colors of the negative VA-LCD, the viewing angle coverage of the red primary color is the widest, and the viewing angle coverage of the green primary color is wider and the viewing angle coverage of the red primary color is the narrowest.

**Key words:** negative VA-LCD; three primary colors; electro-optical characteristic; viewing angle characteristic

随着液晶显示技术不断发展, 液晶显示器件被广泛地应用于军事、通信、财政、教育、科研以及大小面积电子设备, 如车载、手机等方面。人们对液晶显

示器的视角要求也越来越高。由于液晶材料的双折射效应引起了液晶显示器的电光效应, 进而引起视角特性<sup>[1-3]</sup>。TN-LCD和STN-LCD的视角特性已经有

收稿日期: 2015-04-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(11274220); 广东省“扬帆计划”引进紧缺拔尖人才项目支持; 广东省自然科学基金重点项目(2014A030311019)

作者简介: 黄翀(1960-), 男, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事光电材料与器件研究; 许国栋(1988-), 男, 在读硕士研究生, 主要从事光电器件的研究; 杨玮枫(1977-), 男, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事微纳光学和光电子全息等研究。

很多报道<sup>[4]</sup>。从正性显示(白底黑字)液晶器件到负性显示(黑底白字)液晶器件,其对比度和视角特性也有很好的改良<sup>[5]</sup>。对于负性液晶器件加入一定的补偿膜后,其视角特性和对比度也有所改善<sup>[6]</sup>。而随着VA型广视角技术成为LCD发展趋势,VA-LCD被广泛运用于汽车,手机和电脑等,成为人们生活必不可少的日常用品。因此VA-LCD也成为人们研究的对象。VA-LCD盒内液晶分子的排列方式是垂直排列的,垂直排列(vertical array简称VA)<sup>[7-12]</sup>。目前,对VA型液晶盒三基色的视角特性的研究报道不多,文中就是对负性VA-LCD三基色的视角特性进行研究。

## 1 测试原理

(1)国际发光明委员会(CIE)规定红、绿、蓝三基色光的波长分别为R(700.0 nm)、G(546.1 nm)、B(435.8 nm)。与光谱每一波长为 $\lambda$ 的等能光谱色对应的红、绿、蓝三基色数量,称为光谱三刺激值。

根据兰伯-比尔定律测量在光通过不同电压驱动下样品的电光光谱特性为

$$A(\lambda) = \lg \frac{I_0}{I} = \lg \frac{1}{T(\lambda)} \quad (1)$$

其中, $A(\lambda)$ 为吸光度; $I$ 为透射光强; $T(\lambda)$ 为透射率; $I_0$ 为入射光强<sup>[13-16]</sup>。

(2)液晶显示器件通断比对比度的测试方法为

$$C_w = \frac{L_w}{L_b} \quad (2)$$

其中, $L_w$ 是全白场信号; $L_b$ 是全黑场信号<sup>[17]</sup>。

(3)液晶显示器件的视角特性是用对比度与视角的关系来表示的。这种关系实质上是由入射光偏振方向与分子长轴方向的夹角随视角改变引起的。液晶显示器件的视角呈现不对称性,且视角较窄,并在宽视角时,由于斜入射导致黑态漏光而引起灰度反转。液晶显示器件的视角特性一般由极坐标 $(\theta, \varphi)$ 中对比度的等高线来表示<sup>[3]</sup>。

## 2 测试方法

测试装置如图1所示。所需测试设备包括:与计算机相连的光谱仪测试装置、发光源、信号发生器、分光计的底座载物台和一个有刻度的转盘。

实验过程:第一步:把负性VA-LCD安置于转盘

中央圆孔处,让光源发出来的光垂直入射到液晶器件上,记下这个角度对应转盘的角度为零度;第二步:在这个角度上,在频率为100 Hz和温度为15 °C条件下,测量不同电压驱动下负性VA-LCD的电光特性;第三步:在频率为100 Hz和温度为15 °C下,驱动电压为0 V和4 V的条件下,测量负性VA-LCD在转盘从0°到360°每转15°的电光特性;第四步:分光计从0°到80°每转10°都重复一次步骤三。

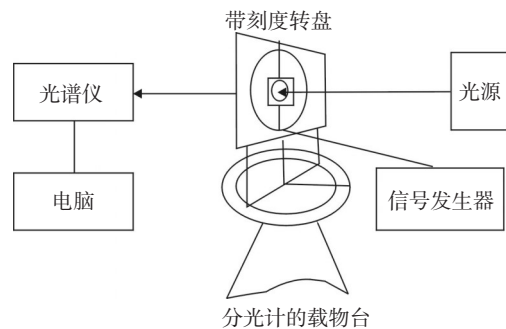


图1 测量实验装置图

## 3 结果与分析

### 3.1 VA-LCD电光特性

在电压驱动方式下,频率为100 Hz和温度为15 °C下,测量在不同电压驱动的情况下,VA-LCD的电光特性。光垂直入射VA显示器,测得在不同电压驱动下,透过率随波长变化的关系,如图2所示。

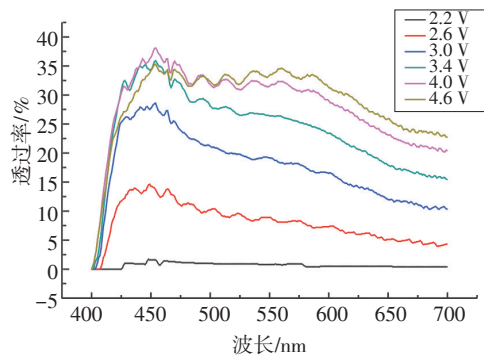


图2 VA-LCD透过率随波长变化的关系

### 3.2 VA-LCD三基色的光电特性

从图2中选红基色R、绿基色G、蓝基色B这三种波长在不同电压驱动下负性VA-LCD的透过率,得到三基色的透过率随电压的变化关系,如图3

所示。

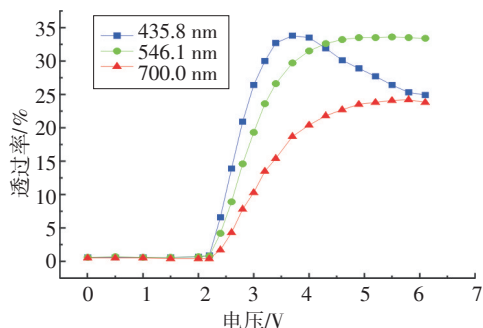


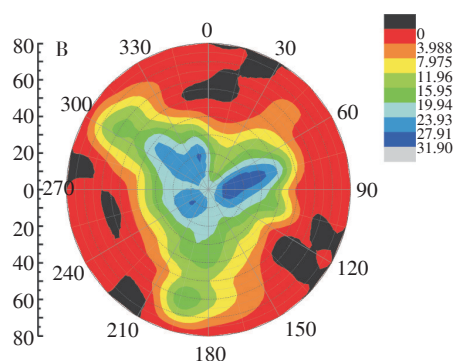
图3 三基色的透过率随电压的变化关系

从图3可以看出,三基色都是在驱动电压2.2 V前,透过率很小,在2.2 V后,透过率随电压的升高而增大,而其中红基色和绿基色的透过率是一直升高,在电压达到5.0 V后,就是趋于平缓,而蓝基色的透过率是在3.7 V左右达到最大,而后慢慢变小,最后在电压达到6.0 V后,趋近一个稳定值<sup>[18]</sup>。且在三基色透过率比较中:在2.2~4.2 V间,蓝基色最大;在4.2 V之后,绿基色最大;红基色最差。

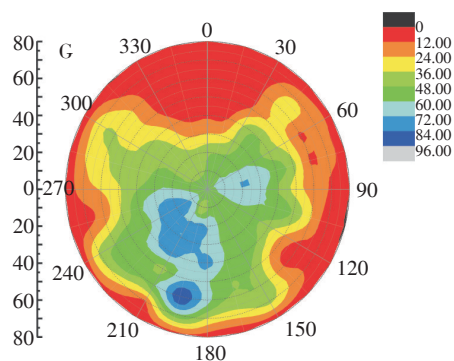
### 3.3 VA-LCD三基色的视角特性

负性VA-LCD在频率为100 Hz和温度为15 °C的条件下,测得每个位置在4 V和0 V下的电光特性曲线。根据式(2)的计算结果,做出红绿蓝三基色的视角特性图,如图4所示。

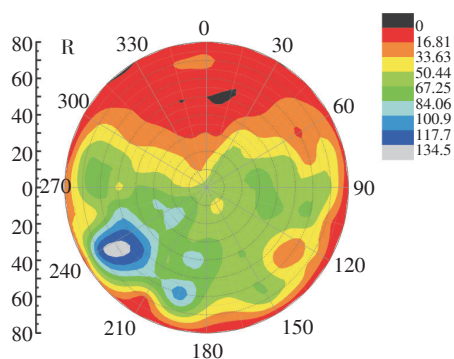
从图4中可以看出,负性VA-LCD中蓝基色的对比度最高的位置集中在图中的中心位置,也就是视角最佳的位置在垂直于负性VA-LCD的周围,而在偏离光轴方向越远的位置,对比度越低,视角效果越差。负性VA-LCD中绿基色的对比度在光轴方向上(图中中心位置)比较高,也就是在垂直于负性VA-LCD的周围视角效果较好,而在偏离光轴方向越远的位置,对比度越低,视角效果越差。负性VA-LCD中红基色的对比度也是在光轴方向上比较高,视角效果比较好,而在偏离光轴方向越远的位置,对比度越低,视角效果越差。但是负性VA-LCD中绿基色和红基色在偏离光轴方向上都出现了一个对比度更好的位置,是由于偏振片偏振方向与液晶分子长轴夹角引起的。这跟前人对TN-LCD视角特性的研究结果相同<sup>[9]</sup>。



(a)蓝基色视角特性



(b)绿基色视角特性



(c)红基色视角特性

图4 三基色的视角特性图

从这三幅视角特性图中可以得出,由于液晶分子的双折射效应,引起了对光的透过率的不同,进而引起了视角特性的不同。并且从图中可以得出,光在偏离光轴相同角度时,在不同位置上的对比度也有所不同。而光在相同方向上,偏离光轴方向的角度不同,对比度也各不相同。造成这种结果主要有两方面的原因:一是补偿膜的原因;二是偏振片偏振方向的原因。对于相同电压驱动的条件下各基色的视角特性也有所不同,在三基色中,红基色

的视角范围最宽,绿基色次之,蓝基色的视角范围最窄。

## 4 结论

(1)负性VA-LCD的电光特性:在相同电压驱动的条件下,各波长的透过率有很大的差别。

(2)负性VA-LCD三基色的电光特性:三基色都是在驱动电压2.2 V前,透过率很小,在2.2 V后,透过率随电压的升高而增大,而其中红基色和绿基色的透过率是一直升高,在电压达到5.0 V后,就是趋于平缓,而蓝光的透过率是在3.7 V左右达到最大,而后慢慢变小,最后在电压达到6.0 V后,趋近一个稳定值。且在三基色透过率比较中:在2.2~4.2 V间,蓝基色最大;在4.2 V之后,绿基色最大;红基色最差。

(3)负性VA-LCD三基色的视角特性,红基色的视角范围最宽,绿基色次之,蓝基色的视角范围最窄。对于上述负性VA-LCD视角特性的研究,发现其三基色视角特性出现一部分位置对比度不好,和一部分位置出现高对比度的情况,主要是由偏振片偏振方向与液晶分子长轴夹角引起的。因此,要想让视角更加均匀,就在让补偿膜更加合理和偏振片偏振方向与液晶分子的长轴方向更好的结合。

## 参考文献

- [1] 任广军,李国华,彭捍东.液晶双折射效应的再研究[J].液晶与显示,2004,19(4):270-273.
- [2] 高教波,陈慧玲,张戊寅.液晶双折射 $\Delta n$ 的测量[J].应用光学,1993,14(6):53-57.
- [3] 程鸿飞.TN、STN和FSTN液晶显示器件的视角特性[J].现代显示,2002,3:54-58.
- [4] 任芝,张志东.手性垂直排列液晶盒的视角特性[J].液晶与显示,2005,20(1):32-36.
- [5] 樊晓琴,刘文菊,尹环,等.蓝色二色性染料在TN液晶显示模式中的应用[J].液晶与显示,2009,24(6):840-844.
- [6] 邵喜斌,吴声,郭建新,等.负性双折射膜补偿的扭曲向列液晶显示器的视角[J].液晶与显示,1996,11(3):165-171.
- [7] Hicks S E, Hurley S P, Zola R S, et al. Polymer stabilized VA mode liquid crystal display[J]. Journal of Display Technology, 2011, 7(11):619-623.
- [8] Seung Beom Park, SONG Jang-kun, Yoonsung Um, et al. Pixel-division technology for high-quality vertical-alignment LCDs [J]. IEEE Electron Device Letters, 2010, 31(9):987-989.
- [9] GE Zhi-bing, ZHU Xin-yu, Thomas X, et al. A single cell-gap transfective VA LCD using positive liquid crystal materials [J]. SID 06 Digest:802-805.
- [10] MA Ji, YANG Young-Cheol, ZHENG Zhi-gang, et al. A multi-domain vertical alignment liquid crystal display to improve the V-T property[J].Displays 30, 2009:185-189.
- [11] 王志军,朱修剑,李荣玉. TFT-LCD的新型VA八畴驱动技术[J].液晶与显示,2009,24(3):372-376.
- [12] 武乃福,赵静,王晓燕,等.负性液晶垂直排列(VA)盒中壁的研究[J].现代显示,2011,120-121:32-34.
- [13] 黄翀,姜言森,欧阳艳东,等.LCD三基色光谱特性的研究[J].光谱学与光谱分析,2007,27(12):2494-2497.
- [14] 黄翀,许国栋,杨玮枫,等.负性VA-LCD三基色阈值特性分析[J].光电技术应用,2014,29(4):34-38.
- [15] 黄翀,郭阳明,邹敏,等.电容触摸式LCD三基色电光特性研究[J].光电子技术,2012,32(2):105-108.
- [16] 黄翀,郭阳明,欧阳艳东,等.电容触摸式LCD视角补偿及三基色色散特性研究[J].光电技术应用,2013,28(3):32-35.
- [17] 章霞,张荣华.液晶电视对比度测试方法探究[J].通信与广播电视,2011,4:38-45.
- [18] 靳鹏飞.液晶电光特性研究[J].应用光学,2013,34(1):143-147.
- [19] 李永忠,东伟川.TN-LCD的视角特性[J].现代显示,2005,55:35-39.