

·光电器件与材料·

频谱带宽对LCD四基色电光特性的影响

黄 翀¹, 赵鑫扬¹, 杨玮枫¹, 吴永俊²

(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: RGB三基色的LCD显示器件在高端的应用领域已经不能满足细节显示要求。研究发现可以增加基色的数量, 如黄色, 形成RYGB四基色, 实验证明显示的色域有明显的改善。文中首先研究LCD的电光特性, 而后重点研究频谱带宽对LCD电光特性的影响。在1 kHz固定频率驱动下, 通过改变电压来改变LCD的透过率, 随着驱动电压的变化, LCD的透过率有较大变化。选取四种基色对应的波长, 研究它们的电光特性曲线, 得出LCD四基色的电光特性曲线随电压变化的趋势一致; 研究不同带宽下四基色波长的透过率, 得出带宽对红、黄、绿三种基色的透过率影响不大, 而带宽对蓝基色的透过率影响较大。

关键词: LCD; 频谱带宽; 四基色; 电光特性

中图分类号: O433.1; O753.2

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2015)-05-0034-04

Influence of Spectral Bandwidth on Electro-optical Properties of LCD Four Primary Colors

HUANG Chong¹, ZHAO Xin-yang¹, YANG Wei-feng¹, WU Yong-jun²

(1. Department of Science, Shantou University, Shantou 515063, China;

2. Shantou Goworld Display Co. Ltd, Shantou 515041, China)

Abstract: Using the three primary colors RGB in liquid crystal display (LCD) is not sufficient to display the details required in high-end applications. By using more primary colors, such as adding yellow, the four primary colors RYGB is formed, the color gamut could be improved remarkably. Firstly, the electro-optical properties of LCD are researched. And then, the influence of spectral bandwidth on LCD electro-optical properties is studied deeply. Driven by 1 kHz fixed frequency, the transmittance of LCD changes with the changing of the voltage. With the changing of the driving voltage, the transmittance of LCD changes dramatically. Furthermore, by selecting the wavelengths corresponding to the four primary colors, the electro-optical property curves are researched, and the curves changing accords with the voltage changing trends. Through researching the transmittances of four primary colors wavelength under different bandwidth, it is found that the transmittances of three primary colors such as red, yellow and green is little influenced by the bandwidth, but the transmittance of blue primary color is greatly influenced.

Key words: liquid crystal display (LCD); spectral bandwidth; four primary colors; electro-optical properties

液晶是一种在一定温度范围内呈现既不同于固态、液态, 又不同于气态的特殊物质状态, 它既具有各向异性的晶体所特有的双折射性, 又具有液体

的流动性^[1-3]。因为其特殊的物理、化学、光学特性, 液晶被广泛应用在轻薄型的显示技术上, 液晶显示器(LCD)就是其中一种, LCD被广泛应用到日常生

收稿日期: 2015-10-08

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和广东省自然科学基金重点项目(2014A030311019)支持。

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; 赵鑫扬(1989-), 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。

活中的电子器件中,如手机屏幕、电脑显示屏、液晶电视等。液晶显示与我们的生活联系的越来越密切^[4]。关于电压驱动下液晶光电特性研究的文章有很多,但通过改变频谱带宽来研究液晶光电特性的文章却很少^[5-6]。

三基色的LCD显示器件在高端的应用领域已经不能满足细节显示要求。近期国际对现有的显示效果提出了进一步要求,特别是色域。研究发现,可以增加基色的数量,如黄色,形成RYGB四基色,实验证明,显示的色域有明显的改善。

文中主要是研究入射光频谱带宽对LCD四基色电光特性的影响,通过测量和分析数据得出频谱带宽对LCD四基色电光特性的影响,具有实际应用价值。

1 基本原理

液晶的电光特性曲线能很好的反映液晶的透过率与驱动电压之间的关系,液晶特性的分析主要是通过研究液晶的电光特性曲线来实现的。当驱动电压低于阈值电压时,液晶的透光量较低;当驱动电压高于阈值电压时,液晶分子的透光量迅速增高;即LCD透过率可以通过驱动电压变化而改变^[7-9]。

四基色技术是将传统的RGB三原色加入了黄色Y,在现有三基色基础上拉大了整个色域,使得屏幕可以更加生动地再现黄色、金色这些依靠传统RGB三原色技术难以真实再现的色彩,使画面颜色看起来显示更多细节、更接近真实色彩;RYGB四基色(红光700.0 nm、黄光589.3 nm、绿光546.1 nm、蓝光435.8 nm)可以展现高明亮度,提高光利用率,一定程度上降低了整个显示屏的功耗^[10]。

红、黄、绿、蓝四基色^[11-14]的波长分别为700.0 nm、589.3 nm、546.1 nm、435.8 nm,选取四基色为特定波长,根据兰伯-比耳定律可以测量LCD在电压驱动下的电光光谱特性^[15-17],公式如下

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

其中, $A(\lambda)$ 为吸光度; I 为透射光强; I_0 为入射光强; $T(\lambda)$ 为透射率^[18]。

2 测试方法

采用由计算机控制的UV-Vis 8500型双光束

紫外/可见光光度计对LCD进行透射光谱图的测量^[19-20],波长范围为190~1100 nm,波长最小调节量为0.1 nm,测试采用的样品由汕头超声显示器有限公司提供。

在室温为25℃的测试条件下,选择波长为400~800 nm的可见光波,波长调节量为1.0 nm。利用DF1028B低频信号发生器对LCD施加1 kHz的固定频率,逐渐改变电压大小,使电压由0 V逐渐增加到8 V,用UV-Vis 8500型双光束紫外/可见分光光度计测量LCD在可见光区的透射光谱,选取四基色(红光700.0 nm、黄光589.3 nm、绿光546.1 nm、蓝光435.8 nm)为特定波长,分析比较不同带宽下四基色的电光特性,得出入射光的单色性对LCD电光特性的影响。

3 结果与分析

3.1 不同电压驱动下LCD的电光特性曲线

利用DF1028B低频信号发生器对LCD施加驱动电压,通过改变驱动电压,测量LCD在不同电压驱动下的电光特性图,其电光特性曲线如图1所示。从图中可以得出,当电压在0.3~2.2 V之间时,LCD的透过率最高,电压在0.3~1.5 V之间时,LCD的透过率没有明显变化,但电压在2.0~2.2 V之间时,LCD的透过率在600~770 nm区间有明显的提高;当电压在2.4~5 V之间时,随着电压的增加LCD的透过率越来越低,直至电压达到5 V之后LCD的透过率达到最低值,并且随着电压的增压LCD的透过率区域稳定。

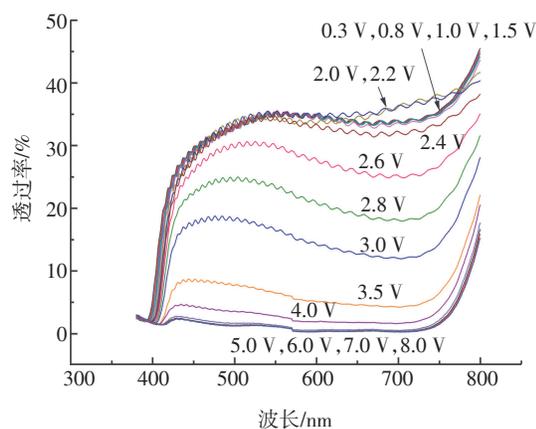


图1 不同电压驱动下的电光特性曲线

3.2 LCD四基色透过率随电压变化的关系

从图1中选取红(700.0 nm)、黄(589.3 nm)、绿(546.1 nm)、蓝(435.8 nm)四种基色做出它们的电光特性曲线图,如图2所示。

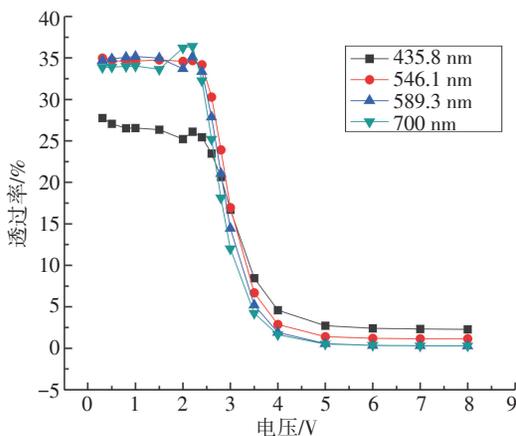


图2 四基色的电光特性曲线

从图2中可以看出,电压在0.3~2.4 V之间各基色的透过率基本不变,但不同基色的透过率之间有差别,红基色、黄基色和绿基色的透过率最高,蓝基色的透过率最低;电压大于2.4 V之后随着电压的增加,四基色的透过率变化趋势基本一致,都是随着电压的增加透过率迅速下降,而后趋于稳定达到最低值。

3.3 不同带宽下LCD四基色的电光特性

在图1中,以四基色为特定波长,选取不同的带宽,画出它们的透过率随电压变化的关系图,分析入射光的单色性对LCD电光特性的影响,其关系图如图3~图5所示。

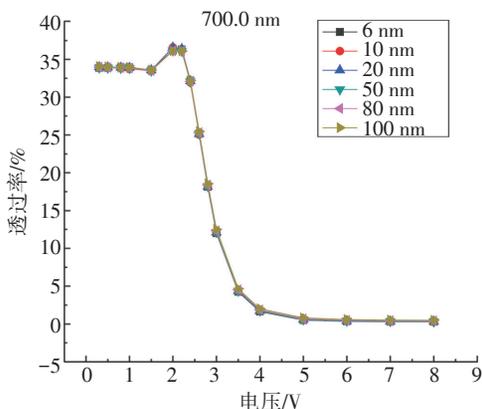


图3 不同带宽下红基色的电光特性

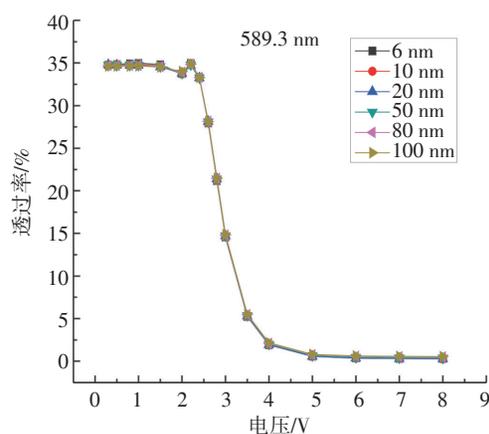


图4 不同带宽下黄基色的电光特性

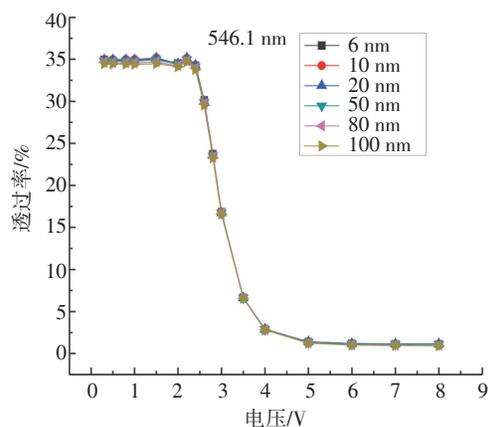


图5 不同带宽下绿基色的电光特性

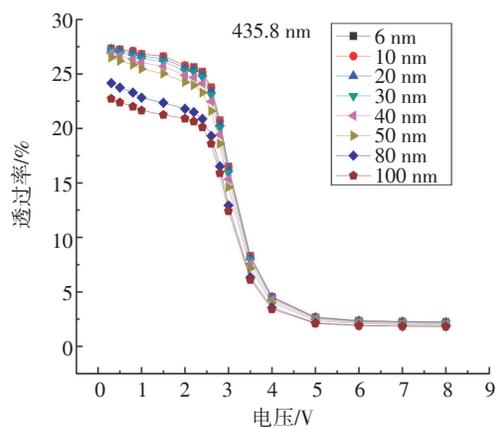


图6 不同带宽下蓝基色的电光特性

从图3~图5中可以得出,带宽的大小对红基色、绿基色、黄基色的电光特性影响很小,而从图6中可以得出,蓝基色对带宽的选取比较敏感。经过进一步的分析得出,蓝基色在带宽为6 nm、10 nm、20 nm

的带宽下,其透过率变化很小;而在带宽为30nm、40 nm、50 nm时,其透过率开始逐渐下降,但下降的幅度很小;当带宽为80 nm、100 nm时,蓝基色的透过率开始大幅下降,从而说明蓝基色的半波全宽比较窄时,半波全宽对蓝基色的透过率影响不大,但当蓝基色半波全宽达到50 nm以上时,半波全宽对蓝基色的透过率影响较大。

4 结 论

(1) 从不同电压驱动下LCD的电光特性图中得出,随着电压的增加LCD的透过率越来越低,虽然电压在2.0~2.2 V之间时LCD在600~770 nm区间的透过率有起伏,但不影响LCD透过率变化的整体趋势。

(2) 研究LCD四基色透过率随电压变化的关系图,从中得出电压在0.3~2.4 V之间各基色的透过率基本不变,当电压大于2.4 V之后随着电压的增加,四基色的透过率变化趋势基本一致,都是随着电压的增加透过率迅速下降,而后趋于稳定达到最低值。

(3) 分析不同带宽下LCD四基色的电光特性图,从中可以得出只有蓝基色对带宽比较敏感,当电压在0~2.5 V之间时,随着带宽的增加,蓝基色的透过率逐渐降低;当电压大于2.5 V之后,随着带宽的增加,蓝基色的透过率不再出现明显变化。但对于其他三种基色,随着带宽的增加,它们的透过率几乎没有变化。

参考文献

- [1] 胡霄骁,孙玉宝.新型多畴扭曲向列相液晶显示器[J].液晶与显示,2012,27(4):481-485.
- [2] 任广军,李国华.液晶双折射效应的再研究[J].液晶与显示,2004,19(4):270-273.
- [3] 武岳山,于利亚.介电常数的概念研究[J].现代电子技术,2007,2:177-179.
- [4] 范志新.液晶把世界显示得缤纷多彩[J].现代显示,2009,96:6-12.
- [5] 黄翀,刘冀.频率驱动液晶光阀的电光特性研究[J].光谱学与光谱分析,2007,27(2):244-246.
- [6] 付雄华,李弈鑫,蔡志刚.光源单色性对液晶器件电光特性的影响[J].物理实验,2012,30(12):5-9.
- [7] 张敏.正显示反射型LCD的测量结果分析[J].光电电子技术,1995,15(4):289-297.
- [8] 邵喜斌.液晶显示技术的最新进展[J].液晶与显示,2000,15(3):163-170.
- [9] 宋莉丽,于海峰,李艳.阈值电压波动初探[J].液晶与显示,2002,17(2):139-142.
- [10] Kwon D W, Lim Y J, Jeon E J, et al. Film compensation of twisted nematic liquid crystal display using a rod-like reactive mesogen [J]. Current Applied Physics, 2011, 11:725-730.
- [11] 明军,陈学三,梁彦.四基色显示系统的设计[J].信息终端,2007,31(5):28-30.
- [12] Eiji Chino.广色域移动显示产品开发[J].现代显示,2007,78:25-28.
- [13] 邹静燕,金笑丛,袁旦,等.基于单片LCOS四基色时序彩色显示的模拟[J].液晶与显示,2007,22(1):55-60.
- [14] Shmuel Roth, Caldwell Walt.四基色投影显示[J].现代显示,2005,58:9-13.
- [15] Koma N. A novel driving method for field sequential color using an OCB TFT-LCD[J]. J. SID, 2001, 9(4):331.
- [16] Kumada J, Nishizawa T. Reproducible color gamut of television system [J]. SMPTE Journal, 1992, 101(8):559-564.
- [17] De Marsh L. Colorimetry for HDTV[J]. IEEE Trans. Consumer Electronics, 1991, 37(1):1-6.
- [18] 李昌厚,孙吟秋.略论比耳定律及有关问题[J].光学仪器,1994,16(2):22-26.
- [19] 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):38-42.
- [20] 黄翀,许国栋,杨玮枫,等.车载负性CLCD电光特性研究[J].光电技术应用,2014,29(6):22-26.