

文章编号:1007-2780(2011)06-0746-04

TFT-LCD 三基色光谱的温度特性

孙长辉, 李灿灿, 王情伟, 李丰果*

(华南师范大学 物理与电信工程学院, 广东 广州 510006, E-mail: schtppyky@yahoo. cn)

摘 要: 利用自行搭建的显微光谱测试平台研究了可见光波长范围内温度对薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)透射光谱的影响。测试结果表明:红基色光、绿基色光和蓝基色光的透射率随温度的升高呈现出先升高后下降的趋势,但峰值所对应的温度不同。透射率改变的主要原因是温度的变化引起了液晶折射率的改变以及液晶分子指向矢的扰动,这一扰动导致了光散射的改变,使三基色的透射率发生了变化。

关 键 词: 液晶; 薄膜晶体管液晶显示器; 三基色; 透射率; 温度特性

中图分类号: O433.1 **文献标识码:** A **DOI:** 10. 3788/YJYXS20112606. 0746

Temperature Characteristics of TFT-LCD Tricolor Spectra

SUN Chang-hui, LI Can-can, WANG Qing-wei, LI Feng-guo*

(School of Physics & Telecommunication Engineering, South China Normal University,
Guangzhou 510006, China, E-mail: schtppyky@yahoo. cn)

Abstract: Using the self-built test platform, the influence of the temperature on the transmission spectra of the Thin-Film-Transistor Liquid Crystal Display (TFT-LCD) in visible wavelength is investigated. The results show that the transmissivities of the red, green and blue light first increase and then decrease with the increasing temperature, but the peaks present at different temperatures. The reason is that the refractive index is changed with temperature change, and the scattering is also changed because the director of liquid crystal molecules has fluctuation. Therefore, the transmissivity of tricolor is changed.

Key words: liquid crystal; TFT-LCD; tricolor; transmissivity; temperature characteristics

1 引 言

作为目前市场主流的显示技术,TFT-LCD在大尺寸和中小尺寸产品两个方面高速发展,移动电话等使用的中小尺寸 TFT-LCD 的发展更为强劲,成为人们关注的焦点^[1-2]。然而,TFT-LCD 使用的是特殊的液晶材料,具有一定的工作温度范围,温度过低时,会出现结晶现象;温度过高时,会变成各向同性。即使在液晶态温度范围内,温度变化也会引起液晶材料物性参数的变化而影响

其显示特性^[3-4],因此很有必要研究温度对液晶显示特性的影响。对于透射型液晶显示器,背光光线经偏光板、玻璃基板、彩色滤光片和液晶层等透出来还原每一个像素,再现图像。温度的变化将改变三基色的透射率,从而影响图像的显示质量^[5]。已有学者对液晶光阀的电光特性、液晶扭曲螺距对响应速度的影响、LCD 三基色光谱特性、STN 液晶盒透射率和 LCD 对比度与温度的关系进行了研究^[5-9]。

本文选取移动电话使用的 TFT-LCD,探讨

收稿日期: 2011-04-08; 修订日期: 2011-05-06
作者简介: 孙长辉(1985—),男,河南信阳人,硕士研究生,主要研究方向为光电技术检测。
* 通讯联系人, E-mail: ganguli@126. com

液晶显示器的透射光谱特性随温度变化的趋势,重点探讨液晶显示器三基色的透射率随温度的变化,这一研究将为液晶显示器在不同温度下的色彩补偿提供一定的参考。

2 测试系统

2.1 测试平台

测试样品选取诺基亚 2330C 型手机使用的 65 536 色 TFT 彩色液晶显示器。透射光谱采用如图 1 所示的自行设计的测试平台进行测试。测试平台主要包括 3 部分:

①显微镜系统,该系统采用舜宇公司生产的 XY 系列实验室生物显微镜,最大放大倍数为 500 倍;

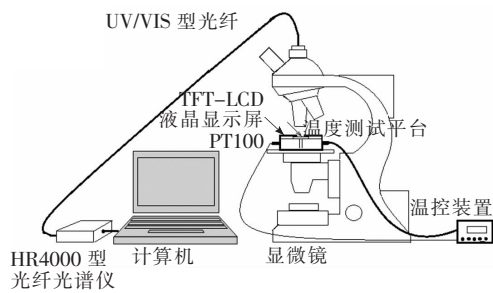


图 1 测试平台
Fig.1 Test platform

②光谱测试系统,光谱仪采用美国海洋光学 (Ocean Optics) 公司的高分辨率光纤光谱仪,型号为 HR4000,光谱测量范围为 195~1 128 nm,光谱分辨率为 0.3 nm,与显微镜用光纤连接;

③温度测试与控制平台,采用 PT100 温度传感器,本测试平台在测试前经过了测试定标,精度达到 0.1 ℃。

2.2 透射光谱测试

首先将 TFT-LCD 固定在温度测试平台内,

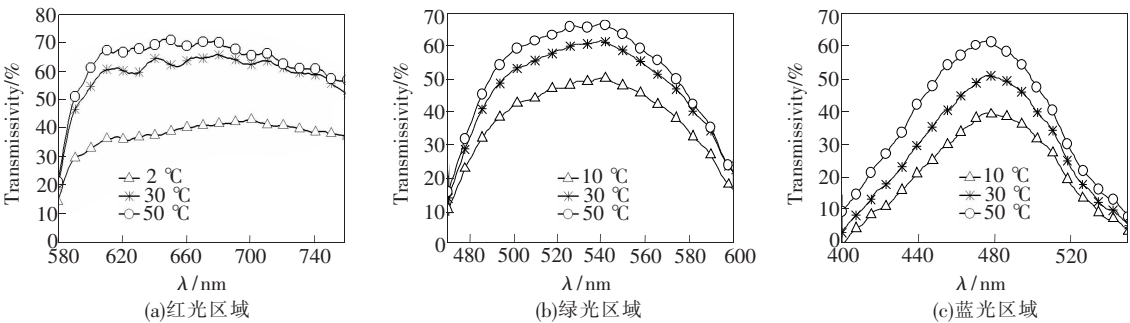


图 3 不同温度下三基色的透射光谱

Fig.3 Transmissivity of tricolor at different temperatures. (a) Red light wavelength range; (b) Green light wavelength range; (c) Blue light wavelength range.

通过温控装置控制温度。测试时将测试平台放置在显微镜的载物平台上,调节显微镜使光纤分别对准三基彩色滤光片的开口区,使光线从有效区域透过,然后进行控温,待温度稳定后,测试其透射光谱。由于温度过高,液晶会变成各向同性,因此温度范围选择为 2~60 ℃。红绿蓝三基色像素为条状排列。

3 测试结果与分析

图 2 所示为液晶显示器在 30 ℃ 时的透射光谱。从图 2 中可以看出,红绿蓝三基色光在各自的特征波长显示出高透射率,但透射光谱有所交叠。

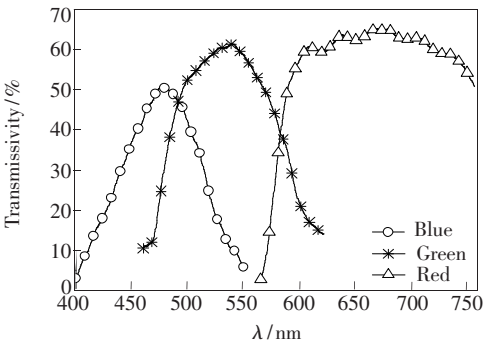


图 2 30 ℃ 时三基色的透射光谱
Fig.2 Transmission spectra of tricolor at 30 ℃

液晶显示器红绿蓝波长区域的透射光谱随温度的变化趋势如图 3 所示。从图 3 中可以看出:三基色光的透射率随温度升高而增大。

为深入探讨透射率随温度的变化,我们分别选取红、绿、蓝光区域中具有代表性的两个波长,得到其透射率随温度变化的曲线,如图 4 所示。

从图 4 中可以看出,随温度升高,红绿蓝光区域内的特征波长光线的透射率变化是不一致的。在 2~14 ℃,各特征波长光线的透射率都是随着

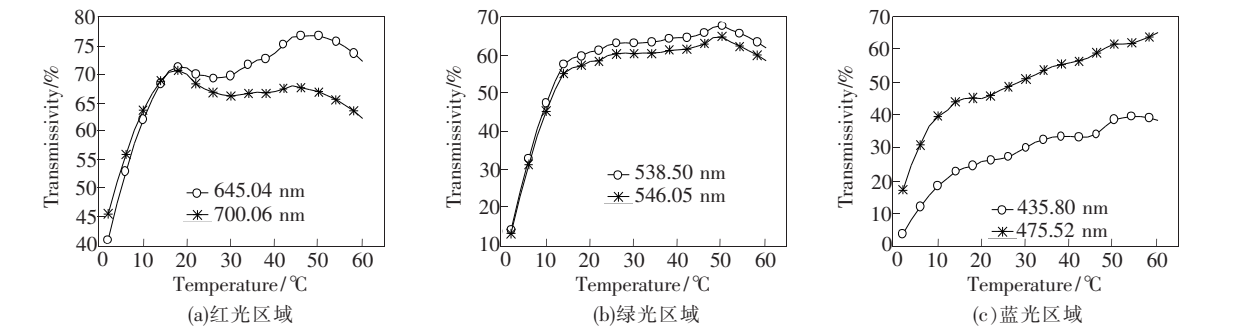


图 4 透射率随温度的变化曲线

Fig. 4 Curves of transmissivity with increasing temperature. (a) Red light wavelength range; (b) Green light wavelength range; (c) Blue light wavelength range.

温度升高而快速增大的,红绿光区域特征波长光线和蓝基色光(435.8 nm)的透射率达到最大值后都有一个随温度升高而下降的过程,但是不同波长光线的透射率达到最大值时所对应的温度值不同。在 2~60 ℃ 范围内,红色光(700.06 nm)的相对透射率差值为 25.1%,绿色光(546.05 nm)的相对透射率差值为 51.6%,蓝色光的相对透射率差值为 35.6%。

4 理论分析

由前文所述可知,液晶显示器通常由偏光板、玻璃基板、彩色滤光片和液晶层等部分构成,每一部分对透射率都有影响,但每部分的影响有所不同。根据液晶理论,TFT-LCD 三基色的透射率随温度升高而发生变化主要有以下两个原因:

- ①温度变化引起了液晶折射率 n_e 和 n_o 的改变,从而导致了透射率的变化;
- ②温度变化使液晶分子指向矢产生扰动,导致光散射发生改变^[2,9]。

对扭曲液晶显示器,在光线垂直入射时,液晶的透射率可以由式(1)来描述^[10-11]:

$$\begin{aligned} T = & \cos^2(\varphi_T - \varphi_{\text{exit}} + \varphi_{\text{ent}}) + \\ & \sin^2(\varphi_T \sqrt{1+u^2}) \sin 2(\varphi_T - \varphi_{\text{exit}}) \sin 2\varphi_{\text{ent}} + \\ & \frac{1}{2\sqrt{1+u^2}} \sin(2\varphi_T \sqrt{1+u^2}) \sin 2(\varphi_T - \varphi_{\text{exit}} + \varphi_{\text{ent}}) - \\ & \frac{1}{1+u^2} \sin^2(\varphi_T \sqrt{1+u^2}) \cos 2(\varphi_T - \varphi_{\text{exit}}) \cos 2\varphi_{\text{ent}} \end{aligned} \quad (1)$$

其中

$$u = \left(\frac{\pi d}{\varphi_T \lambda} \right) \left(\frac{n_e}{\sqrt{1+w \sin^2 \varphi_s}} - n_o \right), w = \left(\frac{n_e}{n_o} \right)^2 - 1$$

φ_{ent} 、 φ_{exit} 分别为起偏器和检偏器的角度, φ_T 为液晶层的扭曲角, φ_s 为预倾角。由式(1)可以看出,液晶的折射率 n_e 和 n_o 直接影响着液晶的透射率,它不仅与波长有关,还与温度有关^[2]。因此,随着温度的变化,液晶显示器的透射率发生变化。

根据式(1),选择绿基色光的透射率随温度变化进行模拟,模拟曲线与实验测试曲线对比如图 5 所示。所选参数为:液晶盒扭曲角 φ_T 为 120 ℃,起偏器角度 φ_{ent} 为 -30°,检偏器角度 φ_{exit} 为 90°,预倾角 φ_s 为 2°,液晶盒厚度 d 为 5.94 μm。从图 5 可以看出,模拟曲线和实验测试曲线变化趋势基本一致,但在低温(低于 12 ℃)和高温段(高于 48 ℃)有较大差别。

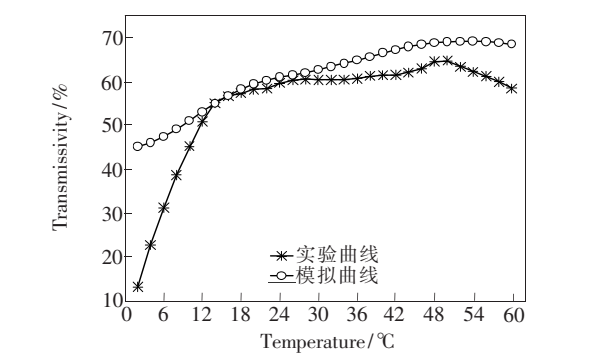


图 5 模拟曲线与实验测试曲线的比较

Fig. 5 Comparison between the simulation curve and the curve of experiment test

5 结 论

利用自行搭建的显微光谱测试平台研究了可见光波长范围内温度对 TFT-LCD 透射光谱的影响。实验结果表明:随着温度升高,液晶显示器三基色的透射率呈现先增大后减小的变化

趋势。根据液晶理论知识,液晶的透射率随温度的变化是由液晶折射率 n_e 和 n_o 随温度变化以及液晶分子指向矢扰动引起的光散射随温度的变化而导致的。由测试结果可以看出,当液

晶显示器的环境温度变化时,需要对液晶显示器的温度进行相应的控制,或者对颜色进行一定的校正和补偿;才能精确还原每一个像素以获得更好的显示效果。

参 考 文 献:

[1] 毕鸣. 移动电话用液晶面板发展动向 [J]. 电子技术,2006,(4):32-36.

[2] 王新久. 液晶光学和液晶显示 [M]. 北京:科学出版社,2006:55-60;143-153.

[3] 黄锡珉. TFT-LCD 技术的进步 [J]. 液晶与显示,1999,14(2):79-89.

[4] 董戴,沈威,张涛,等. 空间用液晶显示器关键技术研究 [J]. 液晶与显示,2009,24(3):377-382.

[5] 黄翀,王建国,欧阳艳东,等. 温度对液晶光阀电光特性的影响 [J]. 光学与光电技术,2008,6(6):33-35.

[6] 李志勇,单艾娴,孙玉宝. 自然螺距对扭曲向列相液晶显示器的影响 [J]. 液晶与显示,2010,25(3):329-332.

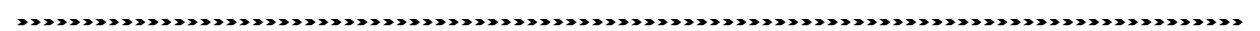
[7] 黄翀,姜言森,欧阳艳东,等. LCD 三基色光谱特性的研究 [J]. 光谱学与光谱分析,2007,27(12):2494-2497.

[8] 蒋敏,黄锡珉,凌志华,等. STN 液晶盒透射光谱的模拟计算和测试 [J]. 液晶与显示,1993,8(1):52-57.

[9] 杨界雄,伍庭毅,王淑霞. VA 和 ISP 液晶盒固有对比度与温度的关系 [J]. 现代显示,2005,(54):36-56.

[10] 周富山,高鸿锦,欧阳钟灿. TN/STN LCD 中指向矢分布及电光特性的模拟计算 [J]. 液晶与显示,1998,13(1):15-32.

[11] 李新贝,张方辉. 高扭曲向列液晶显示器 (HTN-LCD) 工作模式的理论研究 [J]. 陕西科技大学学报,2005,(4):94-97.



欢迎订阅 2012 年《液晶与显示》

《液晶与显示》是中国最早创办的液晶学科专业期刊,也是中国液晶学科和显示技术领域中惟一的综合性专业学术期刊。它由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所、中国物理学会液晶分会和中国光学光电子行业协会液晶分会主办,科学出版社出版。

《液晶与显示》以创新性、综合性、实用性为办刊特色,内容丰富,涵盖面广,信息量大,可读性强,既是启迪科技人员开拓创新思路的参考期刊,又是从事液晶和显示技术研究与开发的广大科技人员、大专院校师生及相关领域的科技工作者进行学术交流的论坛,也是图书、情报等部门必不可少的信息来源。

《液晶与显示》为双月刊,国内定价 40.00 元,全年 240.00 元,国内外公开发行。国内邮发代号:12-203,国内读者可在当地邮局订阅;也可通过“全国非邮发报刊联合发行部”订阅(地址:天津市大寺泉集北里别墅 17 号,邮编 300385),本刊的代号为:5074。国外读者可通过中国国际图书贸易总公司订阅(地址:北京 399 信箱,邮编:100044),国外发行代号:4868BM。同时,《液晶与显示》编辑部将竭诚为广大读者服务,随时办理订阅。

地 址:长春市东南湖大路 3888 号 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所	
《液晶与显示》编辑部	邮 编:130033
电 话:0431-86176059 0431-84613406	传 真:0431-84627061
E-mail: yjxs@ciomp. ac. cn; yjyxs@126. com	http://www. yjyxs. com