

用偏光织构及透射光谱分析液晶器件的老化

黄 , 周学平, 刘 骥, 欧阳艳东

汕头大学物理系, 广东 汕头 515063

摘 要 对一组台式计算器液晶显示器进行了光辐照, 研究了光辐照对液晶显示器件显示品质的影响。采用偏光显微镜观察到了辐照后液晶的偏光织构的变化, 液晶中出现了平行的条纹状织构和失去消光作用的黑洞, 随着接受光辐照时间的增加, 黑洞数量越来越多, 面积越来越大。通过由计算机控制的双光束紫外-可见分光光度计测试了透射光谱的变化, 发现其透射率随着接受光辐照时间的增加而降低。分析结果表明, 条纹状织构和黑洞的出现是由于液晶分子结构在紫外线的照射下发生了变化所致, 失去消光作用的黑洞是导致液晶器件透射率持续下降的主要原因。

主题词 光学织构; 透射光谱; 液晶显示器

中图分类号: O433.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-0593(2006)08-1419-04

引 言

目前人类社会已进入信息时代, 人们所获取信息的 80% 来自视觉, 各种信息最终都需要通过形形色色的显示器来实现。液晶显示器具有工作电压低、低功耗、能使用 CMOS 直接驱动、超薄、无电磁辐射等特点, 是当前最具活力的显示器件之一。现在已广泛应用于国民经济的各个领域, 21 世纪将是 LCD 广泛应用的时代。近年来液晶显示器件朝着彩色化和大型化方向发展, 户外应用也将越来越多, 光辐照对液晶器件产生影响也逐渐显现出来, 本文通过对液晶显示器件内部液晶偏光织构的变化及其透射光谱的变化研究, 分析光辐照对液晶显示器件显示性能的影响及产生影响的原因。

1 太阳光对液晶器件的影响

太阳光对液晶器件的影响主要表现在紫外光及红外光对其光稳定性和寿命的影响。液晶化合物在可见光区吸收通常很小, 主要的光损失源于光散射, 而非光吸收。主要吸收发生在紫外(UV)和红外(IR)两个光谱区。紫外光中的高能紫外光子会破坏液晶分子结构和器件取向层中聚酰亚胺的分子结构, 从而导致分子排列变差。液晶器件在经过强紫外线短时间照射后往往会出现电阻率下降, 功耗增大的现象; 经过长时间辐照后会导致其阈值下降, 功耗增大, 同时液晶器件会出现颜色变黄, 清亮点下降, 屏幕变暗变黑的现象, 从

而导致液晶显示器件性能的下降^[1]。

液晶显示器件有一定的工作温度范围, 超过最高温度液晶将达到清亮点, 不再具有各向异性的特性。液晶吸收阳光中的红外线后, 其温度将明显升高, 从而导致其有序参量下降, 分子排列的一致性变差, 液晶显示器件的显示品质也必然会下降^[2]。

2 实验仪器测试方法

本实验所采用的台式计算器液晶显示器样品由汕头超声仪器有限公司提供, 所使用液晶为向列相液晶。测试采用的设备是由计算机控制有彩色摄像系统的 XP 203E 型偏光显微镜, 观察和采集液晶的偏光织构变化; 采用由计算机控制的 UV-Vis 8500 型双光束紫外-可见分光光度计来测试其透射光谱, 分光光度计其波长范围为 190~1100 nm, 波长调节量为 0.1 nm^[3, 4]。

将一组样品置于阳光下接受光辐照, 每 50 h 测试一次其透射光谱, 并用偏光显微镜观测其偏光织构的变化情况。

3 测试结果与分析

3.1 偏光织构

图1 分别是经光辐照 0, 150, 200, 300, 350, 400 h 后的液晶显示器件内液晶的偏光织构图。图 1(a) 为样品未经光辐照的偏光织构, 可见液晶器件各区域偏光织构均匀一致, 说

收稿日期: 2005-10-08, 修订日期: 2006-02-16

基金项目: 广东省自然科学基金(04010998)和广东省科委项目(130122084)资助

作者简介: 黄 , 1960 年生, 汕头大学物理系副教授

©1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

明液晶分子沿同一方向排列,即取向层中聚酰亚胺材料上摩擦所致的沟槽方向^[5]。图 1(a1)所示为器件处于最亮态的织构图,将样品在偏光显微镜下旋转 90°后,器件将处于最暗态,如图 1(a2)所示,透过检偏光片的光强度 I 是由下式决定^[6]

$$I = I_0 \sin^2 2\theta \sin^2 \frac{\Delta n d}{\lambda} \pi \quad (1)$$

式中, I_0 是入射偏振光的强度; θ 是入射偏振光的方向与液晶盒中寻常光的振动方向构成的夹角; d 和 Δn 分别表示液晶厚度与光学各向异性; λ 表示入射光的波长; $\Delta n \cdot d$ 表示光程差。说明样品具有良好的显示品质。

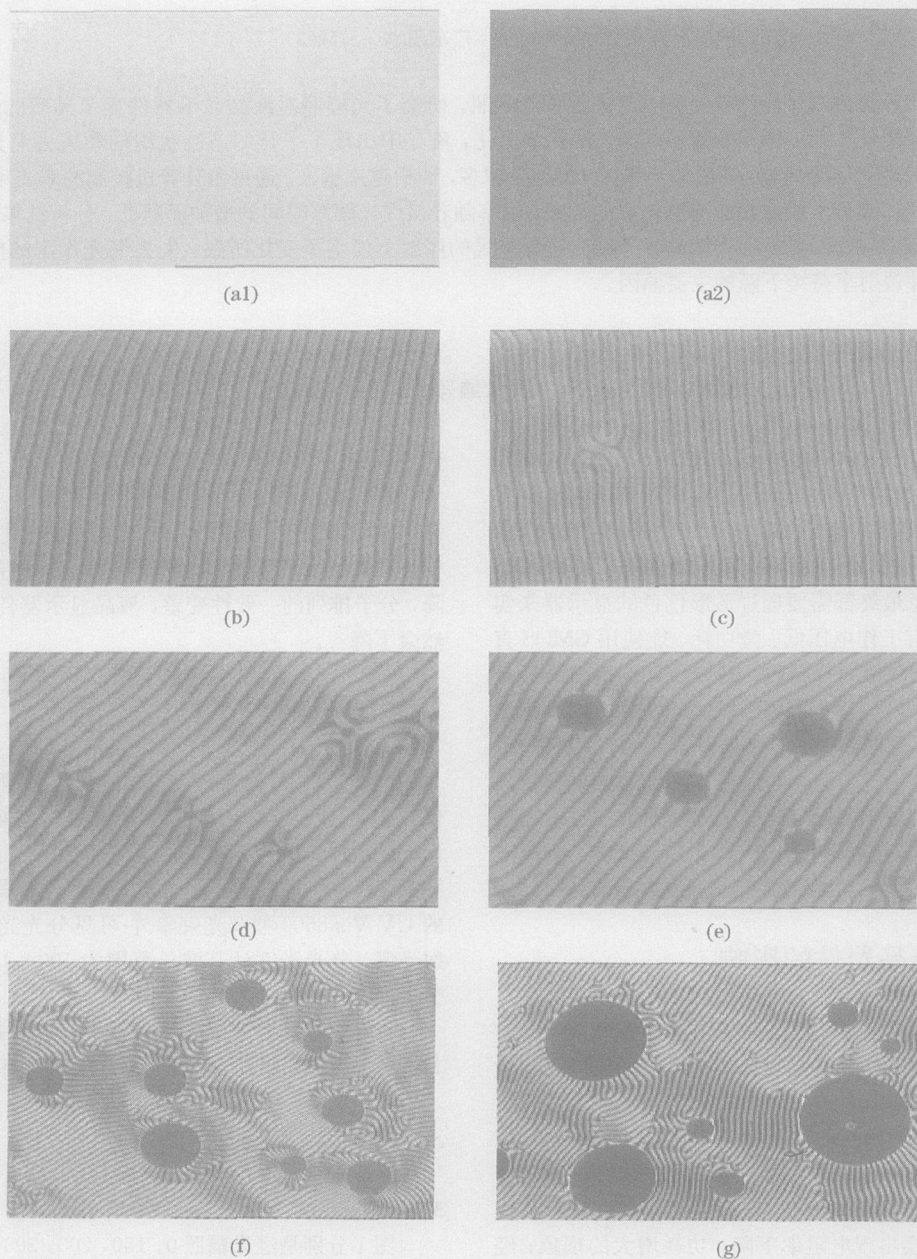


Fig 1 Polarized optical texture

a1: 0 h(250×); a2: 0 h(250×); b: 100 h(625×); c: 150 h(625×);

d: 200 h(625×); e: 300 h(625×); f: 350 h(625×); g: 400 h(625×)

当器件接受光辐照达到 100 h 后,出现了平行的方向基本一致的条纹状织构,由于所测试器件所用液晶为向列相,分子杂乱排列时织构为纹影状织构^[7],说明此时液晶分子的

排列仍具有一定的有序性,如图 1(b)所示。而当器件接受光辐照达到 150 h 后,部分条纹出现断裂、交联现象,如图 1(c)所示,主要原因是液晶化合物在可见光区吸收通常很小,

主要的光损失源于光散射,而并非光吸收,主要吸收发生在紫外(UV)和红外(IR)两个光谱区。高能紫外光子打断了长链液晶分子的化学键,发生裂解,液晶分子结构发生了变化^[1],同时,由于液晶对红外光谱的吸收,导致其温度升高,从而有序参量下降,液晶分子获得足够的能量运动,使得部分条纹发生交联。此时旋转样品,条纹状织构仍会发生亮暗变化。

当器件接受光辐照达到 200 h 后,在部分条纹的断裂、交联点处出现小黑点及小黑洞;辐照时间继续增加,器件中所产生的黑点及黑洞数量越来越多,黑洞个体面积越来越大,由于黑洞的出现所引起的表面张力及界面的作用,部分区域条纹状织构中的条纹出现多个方向分布,条纹状织构变得杂乱起来,部分区域出现指纹状织构,如图 1(d)所示,表明此时液晶分子排列趋于杂乱。旋转样品,黑洞亮度无任何变化,说明器件的黑洞失去了消光作用,处于失效状态,液晶分子结构发生了变化,黑洞中的物质已经不具备液晶性能。光辐照时间分别达到 300, 350, 400 h 时,黑点逐渐增多、黑洞逐渐增大,其液晶器件显示的外观逐渐变黄、变黑,品质逐步下降,其偏光织构分别如图 1(e), (f), (g)所示。

3.2 光谱特性

透射光谱如图 2 所示,可见各透射率曲线随波长变化的变化趋势基本一致;随着接受光辐照的时间的增加,其透射率是逐渐降低的。当辐照时间小于 200 h,与未辐照的基线相比其透射光谱特性曲线变化很小,在可见光部分其相对透射率达 85% 以上。辐照达到 300 h 后,相对透射率明显下降到 75%。接受光辐照时间达到 400 小时后,液晶器件的相对透射率在可见光部分下降到 50%。

3.3 偏光织构与光谱特性

液晶显示器件随辐照时间的变化其显示性能亦发生相应的变化。用偏光显微镜观察到了辐照后液晶的偏光织构的变化,液晶中出现了平行的条纹状织构和失去消光作用的黑洞,随着接受光辐照时间的增加,黑洞数量越来越多,面积越来越大,如图 1。通过由计算机控制的双光束紫外-可见分光光度计测试了透射光谱的变化,发现其透射率随着接受光辐照时间的增加而降低,如图 2。液晶偏光显微织构(见图 1)对应透射光谱特性曲线(见图 2),对比可知,液晶偏光织构

的变化结果与透射光谱特性的结果完全一致。分析结果表明,条纹状织构和黑洞的出现是由于液晶分子结构在紫外线的照射下发生了变化所致,失去消光作用的黑洞是导致液晶器件透射率持续下降的主要原因。

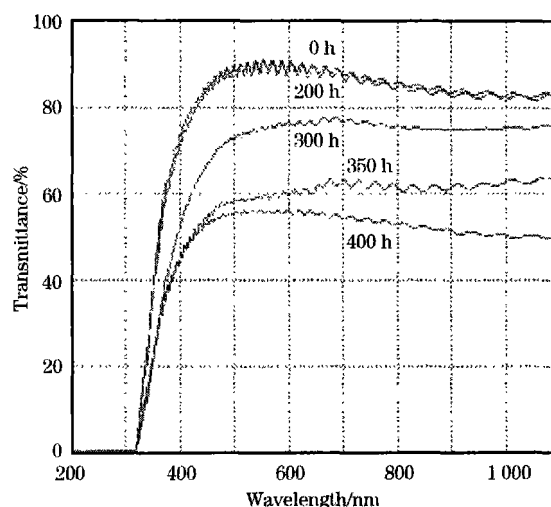


Fig 2 Transmission spectrum of specimen

4 结 论

液晶显示器件受长时间的光辐照后,其显示品质下降,外观上表现为逐渐变黄,严重时发黑。通过偏光显微镜观察其内部织构,发现其透射率的下降是由于液晶分子结构在紫外线的照射下发生了变化,部分区域的液晶分子已经发生裂解,不再具备液晶的性质,在偏光显微镜下可以清晰地看到织构中的黑洞,且转动样品这些黑洞的亮度并不发生变化,即该区域失去消光作用,是显示品质降低的主要原因。随着接受光辐照时间的增加,黑洞越来越多,面积越来越大,其透射率也变得越低。测试接受不同时间光辐照的液晶器件样品的透射谱,发现其透射率随着接受光辐照时间的增加而降低,其透射率下降到 50%。分析结果表明,条纹状织构和黑洞的出现是由于液晶分子结构在紫外线的照射下发生了变化所致,失去消光作用的黑洞是导致液晶器件透射率持续下降的主要原因。

参 考 文 献

- [1] WU Shi-cong(吴诗聪). Advanced Display(现代显示), 1998, 16(2): 4.
- [2] LI Wei-shi, GUO Qiang(李维提, 郭强). The Application Technology of Liquid Crystal Displays(液晶显示应用技术). Beijing: Publishing House of Electronics Industry(北京: 电子工业出版社), 2000. 9.
- [3] HUANG Chong, OUYANG Yandong, WU Yongjun, et al(黄冲, 欧阳艳东, 吴永俊, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(5): 637.
- [4] HUANG Chong, ZHOU Xueping, LIN Xusheng, et al(黄冲, 周学平, 林旭升, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2006, 26(1): 175.
- [5] Berreman D W. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1973, 23: 215.
- [6] FAN Zhixin(范志新). Technics Foundation of Liquid Crystal Display(液晶器件工艺基础). Beijing: Publishing House of Beijing Post and Telecom University(北京: 北京邮电大学出版社), 2000. 95.
- [7] LI Xiang-tong. Appl. Phys. Lett., 1999, 74: 3791.

Analysis of LCD Aging with Polarized Optical Texture and Transmission Spectrum

HUANG Chong, ZHOU Xue ping, LIU Ji, OUYANG Yair dong

Department of Physics, Shantou University, Shantou 515063, China

Abstract Light radiation experiment was done to a group of liquid crystal display devices, and the influence of light radiation on the display quality of liquid crystal display devices was studied. The changes in their polarized textures after light radiation were observed with a polarized optical microscope. Parallel stripe texture and black holes, which lost extinction function, appeared in liquid crystal texture. With the increase of light radiation time, more and more black holes result, and the area of black holes gets bigger and bigger. The authors tested the transmission spectrum with computer controlled ultraviolet/visible light spectrometer, finding that the transmission rate declines with the increase of light radiation time. The results show that the appearance of stripe texture and black holes resulted from the changes in liquid crystal molecular structure after ultraviolet radiation, and the occurrence of black holes, which lost extinction function, is the main reason for the continuous decline of transmission rate.

Keywords Polarized optical texture; Transmission spectrum; Liquid crystal display

(Received Oct. 8, 2005; accepted Feb. 16, 2006)

全国第一届近红外光谱学术会议通知

由中国分析测试协会和中国石油学会石油炼制分会主办的全国第一届近红外光谱学术会议定于 2006 年 10 月 27~ 30 日在北京西郊宾馆举办。本次大会共录用论文 120 余篇, 将为近红外光谱工作者提供一个高水平的交流平台, 展示我国近红外光谱的一流研究和应用成果。会议主要以大会报告和墙报的形式举行, 将有 40 余位专家和学者作大会报告。本届会议期间国内外一些著名的仪器厂家也将展示其产品。我们热诚邀请您参加这次学术盛会!

详细信息请访问网页 <http://nir2006.instrument.com.cn>

联系人: 褚小立、王艳斌、许育鹏

电话: 010-82368342, 13501215398(褚小立), 13661375030(王艳斌)

电子邮件: nir2006@sina.com; nir2006@163.com(建议向两个邮箱同时发送)

通讯地址: 北京市学院路 18 号, 北京市 914 信箱第一分箱 邮编: 100083