

文章编号:1007-2780(2015)03-0399-05

基于使用负性液晶的边沿场切换模式的局部残影分析

许雅琴*, 苏子芳, 钟德镇, 关 星, 刘英明
(昆山龙腾光电有限公司, 江苏 昆山 215301)

摘要:随着液晶显示技术的发展, PPI 越来越高, 像素尺寸越来越小, 穿透率的提升是一重要问题。负性液晶相对正性液晶具有高穿透率, 较好的画面画质及较低的颜色偏差等优点, 使得主流显示模式 IPS、FFS 使用负性液晶研究逐渐增多。但由于负性液晶自身特性, 其影像残留较正性液晶更为严重, 特别是模组粘合附近区域的局部面残。为了改善负性液晶局部影像残留, 本文研究了实际样品影像残留严重区域与轻微区域不同测量数据, 如温度、共电压(V_{com})等, 发现影像残留严重区域与轻微区域的公共电压出现漂移现象, 分析了影响残影的因素, 并提出改善方案, 实测结果证明本文改善局部残影的方法是有效的。

关 键 词:负性液晶; 残影; 公共电极电压

中图分类号: TN27 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20153003.0399

Analysis of FFS image sticking with negative liquid crystal

XU Ya-qin*, SU Zi-fang, ZHONG Smart, GUAN Xing, LIU Ying-ming

(InfoVision Optoelectronics (Kunshan) Co., LTD., Kunshan 215301, China)

Abstract: With the development of liquid crystal display technology, the higher PPI is, the smaller pixel is. The improvement of transmittance is an important issue. Compared with positive liquid crystal display, negative liquid crystal display has high transmittance, good color shift and display quality, so the negative liquid crystal is used in the main liquid crystal display, such as IPS and FFS modes. Nevertheless, for the physical characteristic of negative liquid crystal itself, the image sticking (IS) is more serious than positive crystal liquid, especially the area nearby the IC bonding. In order to improve the afterimage, we measured the different data, such as the temperature and common voltage (V_{com}) of the serious and slight area in the sample cell, and we found that the V_{com} voltage has different shift in the serious and slight area. The influence factors of IS were analyzed, and improvement method was proposed and it is effective to reduce the image sticking.

Key words: negative liquid crystal; image sticking (IS); common voltage

1 引言

边沿场切换技术(FFS)承接了面内场切换技术(IPS)的广视角特性^[1-2],且其穿透率高到广泛应用^[3]。但搭配正性液晶的 FFS 显示模式,由于电极边沿及电极上方的液晶分子具有较大的倾角而在相对应位置出现透过率暗区。并且由于盒厚支撑粒子引起的面内摩擦配向异常带来的暗态漏光引发了对比度的降低^[4]。特别是高像素密度(PPI)显示技术的发展需求,使得像素尺寸越来越小。光透过率的降低与低能耗需求形成了鲜明的矛盾。高穿透率的需求,使得像素设计上不能设计大面积的黑矩阵(BM)遮挡摩擦配向引起的漏光;同时液晶层的光效率提升需求也迫在眉睫。使用负性液晶的 FFS 模式由于液晶与电场线垂直排列的特性,使得面内液晶分子倾角较小,透过率得到提高,而得到广泛的研究^[5]。但是由于负性液晶材料自身的特性,用于显示时还存在响应时间慢、液晶易受污染以及严重的影像残留等问题。其中响应时间可以通过设计驱动及结构设计来改善;液晶污染可通过优化液晶与配向膜、框胶等材料的搭配性来降低。但是影像残留(IS)问题一直没有得到很好的解决。本文通过实验的方法研究使用负性液晶的 FFS 的影像残留的改善。

2 残影实验条件与结果

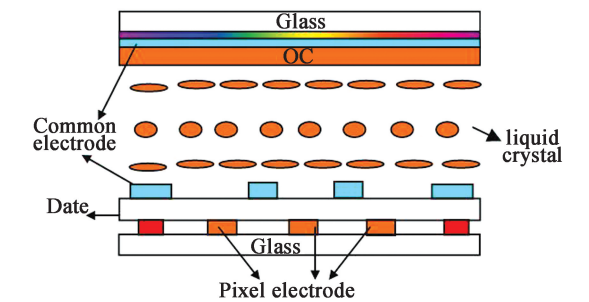


图 1 样品电极架构图

Fig. 1 Electrode structure of samples

图 1 为使用负性液晶的 5.0 in(1 in=2.54 cm) 实际样品的架构图,图中公共(Common)电极位于上玻璃基板的有机绝缘层上方,减小垂直电场对液晶分子的影响,使响应时间得到提升^[5]。

测试样品中使用的负性液晶的物理参数如表 1 所示。

表 1 负性液晶的性能参数

Tab. 1 Parameters of negative liquid crystal

Parameter	NLC-1
$\Delta n(589\text{ nm})$	0.108
$\Delta\epsilon$	-4
$\epsilon_{//}$	3.8
$\epsilon_{\perp}$	7.8

图 2 为实际 IS 测试时使用的测试画面,为 10×10 的黑白棋盘格。测试方法是在室温下将该画面在面板上持续显示一段时间后切换至中间亮度显示,立刻判定或间隔一段时间后进行判定。判定使用 3%、5%、6%、8%及 10%等不同透光度的遮光片(ND Fliter)。

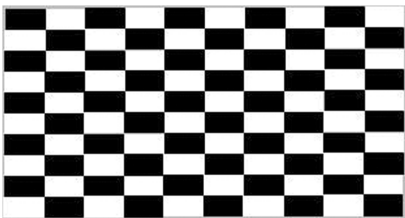


图 2 IS 测试画面

Fig. 2 Pattern of IS test

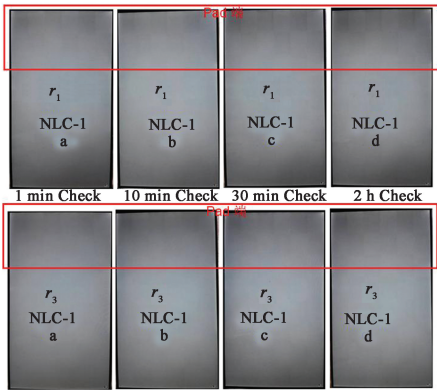


图 3 IS 测试结果

Fig. 3 Test results of IS test

负性液晶常温下影像残留测试结果如图 3 所示。图中(a)、(b)、(c)及(d)分别为经历不同长短时间影像残留测试后立即切换至检测画面后确认

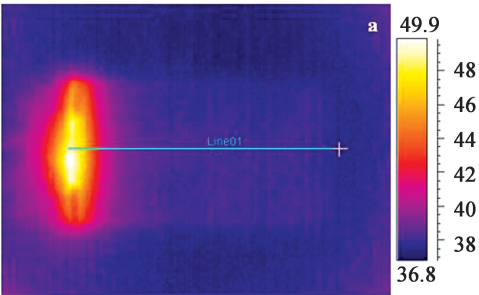
的显示状况。图片上端即红色线圈区域为模组驱动芯片(IC)粘合端,简称 Pad 端。

由图 3 可知,负性液晶样品 r_1 、 r_3 的 IS 均表现为随测试时间的增加变严重,这是由于随着时间的增加,杂质离子的吸附越来越多引发的。另外 Pad 端附近的 IS 较远离 Pad 端严重,使用 ND filter 判定,2 h 测试 3% 不可遮。手指接触样品两端,能明显分辨存在温度差异。

3 原因分析

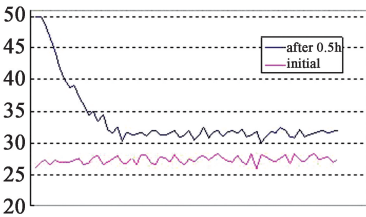
3.1 面板不同位置的温度分布及随时间变化

本文使用红外测温仪对面板内温度分布进行实际测量的结果如图 4 所示。图 4 中(a)为样品在 IS 测试点灯 0.5 h 后的整体温度分布图示,左侧为 Pad 端。图中颜色越明亮的部分温度越高,最高温度为 49.9℃ 接近白色,最低温度 36.8℃ 近黑色。由图片可以看出 Pad 端为亮红色,样品其他区域颜色为黑灰蓝色。选定图(a)中样品中央 line 01 分析样品残影测试前后的温度变化,见图 4(b)。



(a)样品残影测试 0.5 h 后的红外图

(a)Infrared figure of panel after IS test 0.5 h



(b)残影测试前后在 line01 处的温度分布曲线

(b)Temperature curves in the line01 initial state and after 0.5 h of IS test

图 4 面板内的温度分布图

Fig. 4 Temperature distribution of panel

图 4(b)中横坐标为对应 line 01 的位置,纵坐

标为温度。从红色曲线可知残影测试前样品中间 line 01 上温度分布较为平稳地在 28℃ 附近波动; IS 测试半小时后的温度分布,靠近 Pad 端的温度升高到 49℃,远离 Pad 端的为 32℃,如图 4(b)中蓝色曲线所示。这说明点灯测试会使液晶面板的温度升高,并且在面内呈现不均匀的分布。Pad 端附近因存在背光 LED 及驱动 IC 两个热源,所以靠近 Pad 端的显示区域液晶面板的温度高比远离 Pad 端温度高接近 17℃。

3.2 面板不同位置 Flicker 随时间的变化

在图 4 的样品中央对应 line 01 的线上,选取 20 个点,测量残影测试前后的面板闪烁水平(Flicker)的变化,如图 5 所示。其中蓝色曲线为样品 IS 测试前的 Flicker 数值,波动平稳,维持在 -20.8 dB;红色曲线为 IS 测试半小时后的

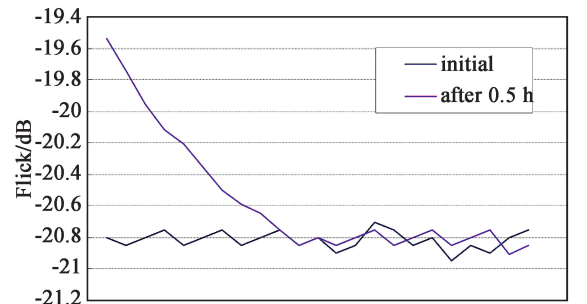


图 5 面板不同位置 Flicker 变化

Fig. 5 Variation of flicker at different area of LCD panel

表 2 样品高温区域与正常区域的最佳化参考电压

Tab. 2 OPT V_{com} of panel between high-temperature area and normal region

样品(NLC-1)	正常区域/V	高温区域/V
1	-0.840	-0.780
2	-0.836	-0.778
3	-0.852	-0.786
4	-0.838	-0.782
5	-0.836	-0.776
AVG	-0.84	-0.780

Flicker 分布,其中对应 Pad 端 Flicker 升高至 -19.5 dB。测量位置远离 Pad 端时,Flicker 水平逐渐降低,变化趋势与图 4 的面板温度分布曲线对应。IS 测试 0.5 h 后面板 Pad 端与非 Pad 端最

佳化参考电压(OPT V_{com} 即设定公共电极电压的参考电压)值如表 2 所示,Pad 端(高温端) V_{com} 为 -0.78 V ,正常区域 V_{com} 数值为 -0.84 V 。温度升高区域的 Flicker 上升说明该区域的最佳化参考电压发生变化。

3.3 局部残影的理论解释与改善对策

温度的变化对液晶的各向异性有着重要的影响。随着温度的升高,负性液晶的 $\epsilon_{//}$ 变化缓慢,而 $\epsilon_{\perp}$ 却明显下降, $\Delta\epsilon$ 绝对值减小。本文实验所选液晶材料在 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的介电常数 $\epsilon_{//}$ 与 $\epsilon_{\perp}$ 分别是 3.77、7.3;LED 光源附近温度高度 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$,此时液晶材料的介电常数 $\epsilon_{//}$ 与 $\epsilon_{\perp}$ 分别变为 3.79、6.1, $\epsilon_{\perp}$ 下降 14%,如图 6。

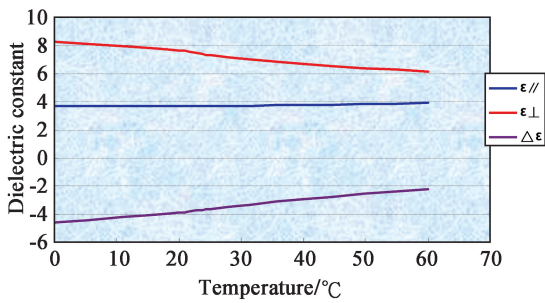


图 6 NLC-1 的介电常数随温度的变化

Fig. 6 Variation of dielectric constant with temperature of NLC-1

$$\Delta V_p = \frac{C_{gd}(V_{gh} - V_{gl})}{C_{st} + C_{lc} + C_{gd}}, \quad (1)$$

$$C = \epsilon \frac{S}{d}. \quad (2)$$

薄膜晶体管液晶显示器件的回踢电压(Kick back/Feed through voltage)可由式(1)描述,其中 C_{lc} 为与液晶参数有关的液晶电容。电容与介电常数的关系式(2)所示。所以当介电常数下降时, C_{lc} 变小,回踢电压会相对地增大。从而像素需要的公共电压(V_{com})略有降低,这与表 2 中量测结果相反。这说明高温引起的 OPT V_{com} 偏移并不是液晶电容变化引起的;由于不同温度下的 Gamma 曲线不一样^[6-7],继而同一液晶盒内 Gamma 曲线不匹配,是负性液晶的 IPS 技术的局部残影现象的原因之一,另外负性液晶本身的特性,杂质离子较正性液晶高,温度升高,框胶及配向膜析出离子增加,且杂质离子^[8-9]极性基团活性变强,离子聚集引发的直流残留也是引起残影的部分因

素。即使用负性液晶的 IPS 技术的局部残影现象,主要由面板局部过热引起的。

4 残影改善实验与结果

要根本解决局部残影的问题,一方面需要更加优良的背光设计,降低面内得温度差异;另一方面需要液晶材料的介电常数随温度的变化梯度要尽可能变小,并且高温环境下液晶材料要不容易解离产生离子,这些方向都需要长期的研究改进。

本文中使用时温度为 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的透过率与电压依赖曲线作为常温时 gamma 调整的基准。预先给面板一个与高温直流残留电压反向的直流偏置电压。使用该方法的残影测试结果如图 7。

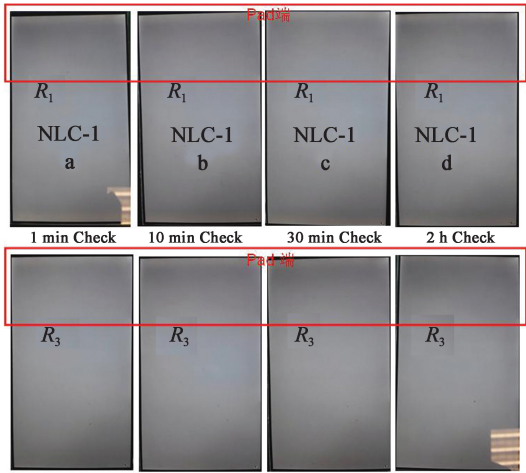


图 7 调整 Gamma 曲线后 IS 测试结果

Fig. 7 Results of IS test after adjustment of Gamma curve

由 Gamma 调整后样品 R_1 、 R_3 的残影测试结果(图 7)可以看出,虽然随着时间的增加,Pad 端附近的残影也存在加重的趋势,但是对比 Gamma 调整前的 IS 测试结果(图 3),Pad 端 IS 表现出明显改善,2 h 残影测试后使用 ND filter 判定,结果为 8% 可遮,说明预先给面板一个与高温直流残留电压反向的直流偏置电压有利于改善负性液晶残影。

5 结 论

本文研究了 FFS 负性液晶实际样品影像残留的测试结果,通过实测结果与理论推理分析影

响 FFS 负性液晶残影的原因误区及正确因素,即温度引起的负性液晶电容的变化不是 FFS 负性液晶残影的根本原因,而是温度的升高导致同一液晶盒内 Gamma 曲线不匹配及杂质离子聚集引

起直流残留。根据分析结果,预先给面板一个与高温直流残留电压反向的直流偏置电压以改善 IS,实测结果证明此方法对改善 FFS 负性液晶残影是有效的。

参 考 文 献:

[1] Less H, Lee S L, Kim H Y. Electro-optic characteristics and switching principle of a nematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1998, 73: 2881-2883.

[2] Lee S H, Lee S L, Kim H Y, *et al.* A novel wide-viewing-angle technology: ultra-trans view [C]. *SID Symposium Digest*, 1999, 30: 202-205.

[3] 牟强. 液晶电视的广视角技术 [J]. *液晶与显示*, 2005, 20(1): 67-71.

Mou Q. Wide visual angle technology of TFT-LCDTV [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2005, 20(1): 67-71. (in Chinese)

[4] 张少楠,郭小军,崔宏青. 正负液晶在 FFS 中的比较和研究[J]. *液晶与显示*, 2012, 29(3): 322-327.

Zhang S N, Guo X J, Cui H Q. Study and comparison of positive and negative LC in FFS applications [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2014, 29(3): 322-327. (in Chinese)

[5] Chen Y, Luo Z Y, Peng F L, *et al.* High performance fringe-field switching with a negative dielectric anisotropy liquid crystal [J]. *SID Symposium Digest*, 2013, 28: 334-337.

[6] Oh J, Lee S W, Oh K Y, *et al.* P - 53: Automatic LCD Gamma curve optimization [C]. *SID Symposium Digest of Technical Papers, Blackwell Publishing Ltd*, 2006, 37(1): 394-397.

[7] Liu C T, Wang A, Hong H J, *et al.* 60.1: Color and image enhancement for large-size TFT-LCD TVs [C]. *SID Symposium Digest of Technical Papers, Blackwell Publishing Ltd*, 2005, 36(1): 1730-1733.

[8] Nanno Y, Mino Y, Takaeda M E, *et al.* Characterization of sticking effects of TFT-LCD [C]. *SID Symposium Digest of Technical Papers, Blackwell Publishing Ltd*, 1990, 21(1): 404-407.

[9] Stomenovik G, Neyts K, Vermael S, *et al.* The influence of the driving voltage and ion concentration on the lateral ion transport in nematic liquid crystal display [J]. *Appl. Phys.*, 2005, 44(8): 6190-6195.

作者简介:许雅琴(1987—),女,山东济宁人,硕士,工程师,主要从事 TFT-LCD 的相关研究。E-mail:yaqingXu@ivo.com.cn

苏子芳(1985—),男,陕西榆林人,硕士,高级工程师,主要从事 TFT-LCD 方面的研究。E-mail:ZifangSu@ivo.com.cn