

文章编号:1007-2780(2016)05-0454-06

光照对 ADS 模式 TFT-LCD Flicker 漂移的影响

徐利燕*, 喻娟, 刘冬, 林鸿涛, 王峥, 王俊伟, 刘家荣
(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要:在挠曲电效应的基础上,研究了光照对 ADS 模式 TFT-LCD Flicker 漂移的影响。首先研究了正常点灯下 Flicker 漂移情况,然后测试了不加背光和降低背光亮度下的 Flicker 漂移,最后研究了光照 panel 一段时间后 Flicker 漂移情况。实验结果表明,光照使 Cell 盒内产生了离子,驱动信号电压存在时液晶发生极化,产生的“力”吸附离子,从而形成了直流偏压,产生了 Flicker 漂移。降低光照强度 Flicker 漂移程度减弱。利用该结果在一定程度上对显示器整体设计和品质的改善有重要指导意义。

关键词:挠曲电效应;光照;Flicker 漂移

中图分类号:TN141 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20163105.0454

Illumination influence on the Flicker shift of ADS mode TFT-LCD

XU Li-yan*, YU Juan, LIU Dong, LIN Hong-tao, WANG Zheng,
WANG Jun-wei, LIU Jia-rong

(Beijing BOE Display Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Based on the flexoelectric effect, the illumination influence on the flicker shift of the Advanced Super Dimension Switch (ADS) Mode Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display (TFT-LCD) has been studied in this paper. First, this article researched the flicker shift of LCD under the condition of the standard backlight brightness, then tested the flicker shift of the samples without backlight or reducing the backlight brightness. Finally, this article studied the influence of lighting panel after a period of time on flicker shift. The experimental results showed that the illumination makes cell to generate ions. Due to liquid crystal polarization, a force will emerge when driving signal voltage exists. The existence of the force will cause ions to be accumulated, forming residual DC which results in flicker shift. Flicker shift will weaken as backlight brightness decreases. These results have great guiding significance for LCD system design and display quality improvement to a certain extent.

Key words: flexoelectric effect; illumination; flicker shift

1 引言

随着 20 世纪 90 年代初薄膜晶体管(TFT)技术的成熟,彩色液晶平板显示器迅速发展,不到 10 年的时间,薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)迅速成长为主流显示器。其具有低辐射、低功耗、和低成本等优势。目前应用在我们生活的多个方面,诸如电视(TV)、个人电脑(PCs)、平板电脑(Pads)、监视器、手机等领域。

为了提高显示质量,人们开发了多种显示模式,如多畴垂直取向技术(MVA),平面场转换技术(IPS),高级超维场转换技术(ADS),其中 ADS 由于其高的穿透率,宽视角等优势,因而用于具有高分率的高端产品上。目前 ADS 产品仍有一些问题需要解决,其中一个就是闪烁(Flicker),尤其是 Flicker 漂移现象,不仅降低产品质量而且会导致眼睛疲劳甚至头晕等^[1-3]。

一般为了防止液晶老化,TFT-LCD 在实际工作时,像素电压的极性是周期性变化的,但同时也使得正负极性的像素电压绝对值并不会是完全对称,由此每帧画面的亮度会有周期变化,反应在视觉上就是 Flicker。为了提高观看的可视性,降低 Flicker 水平,许多科研工作者对此进行了深入研究^[4-10]。研究发现影响 Flicker 的因素有很多,主要有电路驱动、漏电流(I_{off})、耦合电容、公共电极电压(V_{com})的均一性。闫亮^[11]从理论上得出了点反转方式应该是闪烁状况最好的驱动方式。金慧俊等人^[12]提出了一种根据显示器不同区域的共电极电压参数,对数据线电压进行补偿,从而降低显示器各个区域闪烁不均的方案。目前企业通常采用在特定 pattern 下调节 V_{com} ,从而改善由于漏电流、耦合电容等因素引起的正负帧像素电压的不对称性,使 Flicker 达到较好的水平。

某些 ADS 产品初始时通过调节 V_{com} 使得 Flicker 达到了较好水平,但是 Flicker 会随着时间的变化而变化,最终达到稳定状态^[13-14],即 Flicker 漂移现象。液晶的挠曲电效应由 Meyer 在 1969 年提出,这种效应对液晶分子产生诸多影响^[15]。有报道表明,ADS 模式中的 Flicker 漂移与挠曲电效应有关^[13-14,16]。Il Hwa Jeong^[16]等人研究了频率和温度对挠曲电效应的影响,发现温度越高 Flicker 漂移越大,室温下 Flicker 基本上

不发生变化。余晓飞等人^[13]研究了离子和像素设计对 Flicker 漂移的影响,可以通过提高像素 ITO 线宽比改善此问题。冯兰等人^[14]研究了灰阶电压及其对称性对 Flicker 漂移的影响。灰阶电压越大挠曲电效应越强,漂移速率和程度越大。Falu Yang^[17]等人研究了通过优化负性液晶参数可以获得较好残像和稳定的 Flicker。显示器正常使用时需点亮背光源,为了实现画面的高品质,需要背光源和液晶显示屏的良好配合,而光照对 Flicker 漂移的影响目前鲜有研究。

本文在挠曲电效应的基础上,以实验为基础,分析了不同光照强度对 Flicker 漂移的影响。

2 机理说明

在液晶中,液晶分子(LC)本身具有固有偶极矩,这种偶极矩的正向分布和负向分布从统计学上看是数量相同的,因而不表现出宏观偶极矩。但是如果液晶分子发生了弯曲和展曲,那么就诱导出一定的宏观电偶极矩,如图 1 所示。

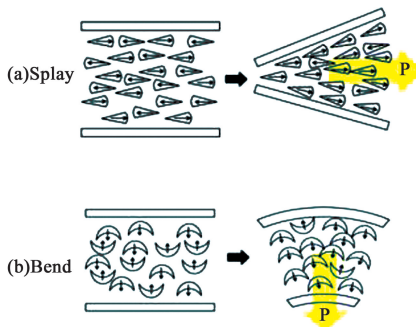


图 1 展曲和弯曲诱导液晶分子电偶极矩
Fig. 1 LC molecule polarization induced by Splay and Bend mode

T. Tsuruma 等人指出,在 ADS 显示模式中,Pixel 电极和 com 电极均在阵列(array)基板上,驱动电场为边缘电场,有水平电场和垂直电场两个分量如图 2 所示,液晶分子在电场作用下会发生展曲和弯曲形变,大的展曲变形发生在像素电极的边缘,大的弯曲变形发生在像素电极之间。液晶变形诱导出电偶极矩即挠曲电效应。由于净极化的存在导致了正帧和负帧状态下透过率不同。当有离子存在时,可以将离子吸附在液晶和聚酰亚胺(PI)界面,形成直流偏压^[18]。直流偏压的存在容易产生 Flicker 和残像。文献[14]中报

道了灰阶电压大小对挠曲电效应的影响。初始设定的 V_{com} 已使得面板的正负帧对称性很好,随着时间的增加,Flicker 会发生变化,说明此过程中增加的闪烁应为液晶分子受像素电压驱动,在挠曲电效应的作用下发生自极化作用产生的。本文在挠曲电效应理论上,研究了灰阶电压一定时,不同光照强度对 Flicker 漂移的影响。

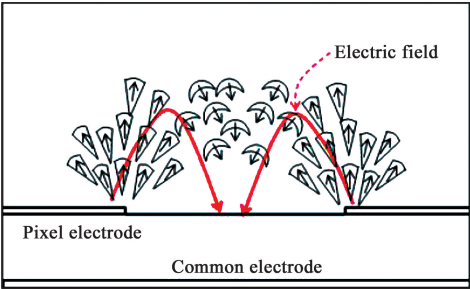


图 2 ADS 显示模式挠曲电效应图
Fig. 2 Scheme of flexoelectric effect on ADS mode

3 实 验

3.1 样品与仪器

实验样品:京东方生产的 ADS TFT-LCD 模组一个,其中配向膜材料厂家为 Nissan。
实验仪器:色彩分析仪(CA310),日本 KON- IKA MINOLTA 公司制造,8% ND 滤光片,数字万用表。

3.2 实验过程

本文设计了几种情况下光照对 Flicker 漂移的影响。其中(1)正常点灯:模组背光源正常点亮,屏一直正常施加驱动信号;(2)无背光(无光照):开机后仅测试 Flicker 时背光源正常点亮,其他时间背光源关闭,屏一直正常施加驱动信号;(3)降低背光亮度:通过降低背光源的电流或使用 8% 滤光片(ND-Filter)使得背光亮度降低到 8%,屏一直正常施加驱动信号;其中使用滤光片分两种情况,一种是放置于模组显示屏的最上面即彩膜(CF)基板上侧,如示意图 3(a)。另一种是放在背光源和显示面板之间即阵列基板下侧,如示意图 3(b);(4)光照后正常点灯:背光照射显示屏(panel)80 min,在此期间屏不施加驱动信号,然后测试 Flicker 漂移时屏正常施加驱动信号。

漂移曲线的测量:样品测试点位置均为 panel

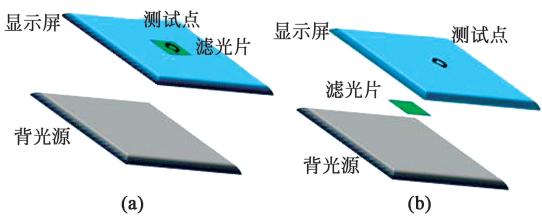


图 3 Flicker 测试时滤光片位置示意图
Fig. 3 ND-Filter Position in flicker test (a)ND-Filter @ CF UP (b) ND-Filter @ Array Backward

中心位置,如图 3 图示所示;测试前通过调节 V_{com} 使 Flicker 达到最小值,然后在不同的光照条件下,白画面下老化(Aging),每隔一段时间在 L127 Flicker 测试画面下使用 CA310 读取 Flicker 值。

4 结果与讨论

4.1 正常点灯 Flicker 漂移测试和分析

测试前 L127 下通过调节 V_{com} 将 Flicker 调到最小值,此时正负帧的像素电压对称性最优化。图 4 是正常点灯的 Flicker 漂移曲线。1 h 时 Flicker 值为 26,后缓慢增加逐渐趋于稳定。初始状态电压对称性已经很好,Flicker 增加应是由于挠曲电效应使液晶产生了极化,盒内的离子吸附产生了直流偏压,使得正负帧的亮度差异变大,导致了 Flicker 逐渐的增加。随着时间的推移,当 cell 盒内达到了一个动态平衡,Flicker 将趋于稳定。

4.2 无背光 Flicker 漂移测试和分析

测试前调节 V_{com} 将 Flicker 调至最小值,然后关闭背光源,每隔一段时间开启背光源,测试 Flicker 值,屏一直正常施加驱动信号。图 5 是在无光照、屏正常施加驱动信号条件下的 Flicker 漂

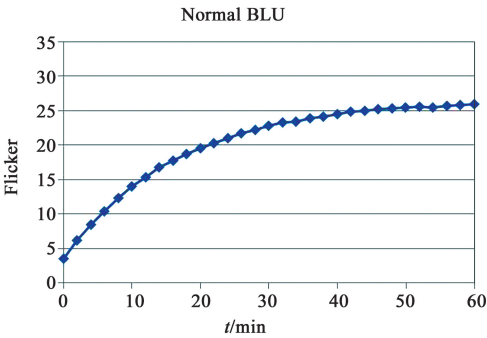


图 4 正常点灯 Flicker 漂移曲线
Fig. 4 Flicker shift curve of panel with normal lighting

移曲线。Flicker 随着时间的变化几乎不发生漂移。这主要是由于屏正常施加信号,液晶的挠曲电效应依然存在,吸附离子的“力”依然存在,但是 Flicker 几乎不发生漂移,说明 Cell 盒内几乎无离子产生,从而基本上不产生直流偏压,正负帧亮度几乎不发生变化。

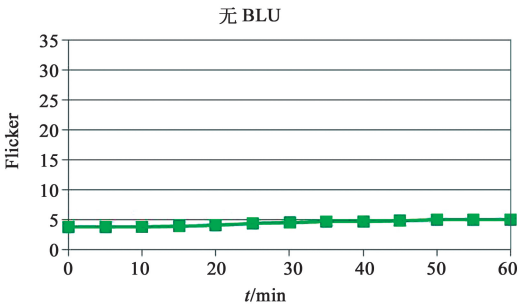


图 5 无背光 Flicker 漂移曲线

Fig. 5 Flicker shift curve of panel without backlight

4.3 降低背光亮度 Flicker 漂移测试和分析

降低背光亮度,本文通过使用 8% 滤光片和直接调节电流降低背光源亮度这两种方法实现。图 6 是降低背光亮度 Flicker 漂移曲线。其中一种是将滤光片放置于模组显示屏的最上面即 CF 基板上侧,另一种是放在背光源和显示面板之间即 Array 下侧,两者模组亮度相同, Flicker 漂移曲线不相同。滤光片放在 CF 基板上侧时,和正常点灯漂移曲线相近;滤光片放在 array 基板下侧时,和调节电流背光亮度降低至 8% 的 Flicker 漂移曲线效果相同,这说明了 Flicker 漂移与 Array 侧入射光的亮度有关。背光亮度降低到 8%, Aging 1 h, Flicker 漂移曲线速率小于正常点灯, 2.5 h 时 Flicker 值为 28,然后缓慢上升逐渐趋于

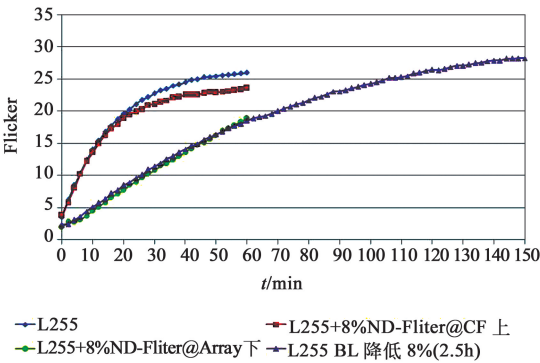


图 6 降低背光亮度 Flicker 漂移曲线

Fig. 6 Flicker shift curve of panel by reducing the backlight brightness

稳定。由于滤光片面积仅稍大于测试点,滤光片放于 array 下侧和正常点灯时的背光源和驱动电路均一样,panel 温度应无差异,由此可判断温度对测试过程影响很小。背光源亮度降低到仅 8%, TFT 漏电很小,保持特性较好,但是 2.5 h 时 Flicker 值达到了 28,由此推断 TFT 特性在一定范围内的变化不是影响 Flicker 漂移的主要因素(关于 TFT 是否对 Flicker shift 产生影响的相关研究工作将在其他论文中发表)。从以上的实验结果可以看到由于屏正常施加信号,吸附离子的“力”大小不变,但是 Flicker 漂移程度小于正常点灯漂移程度(相同时间 1 h),这说明降低背光亮度,离子产生的速度在减慢,这和前面不点背光条件下 Flicker 基本不漂移,几乎不产生离子的结果相符合。但是随着时间的推移离子浓度逐渐增大至与正常点灯状态下相似,并趋于稳定。

4.4 背光照射 panel 一段时间后正常点灯下 Flicker 漂移测试和分析

背光照射前先将 Flicker 调节至最小状态,然后关闭信号,背光照射液晶显示屏 80 min 后,正常点灯测试漂移曲线。图 7 是背光照射 panel 一段时间后正常点灯下 Flicker 漂移曲线。先照射 panel, Flicker 初始值很大,后逐渐增加趋于稳定。由于屏正常施加信号,吸附离子的“力”大小不变,但是 Flicker 起始值很大,这说明了光照已经使 cell 盒内产生了较多的离子,施加信号电压时产生了一个较大的直流偏压,导致了正负帧差异较大, Flicker 值有明显的飞升。Aging 1 h 时 Flicker 为 24,相比正常点灯时 Flicker 值略小。这是由于正常点灯情况下光照使 cell 材料内的离子获得了能量从而逸出形成可动离子,并在液晶

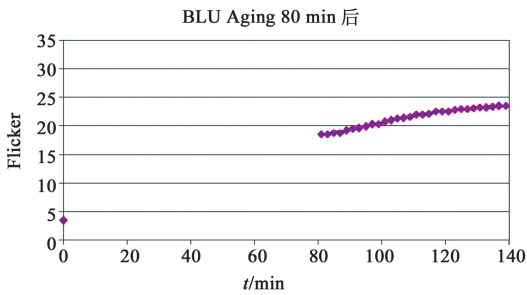


图 7 背光照射 panel 一段时间后正常点灯下 Flicker 漂移曲线

Fig. 7 Flicker shift curve of panel lighted for a period of time

电场作用下积聚在界面;然而开始光照一段时间,由于没有施加驱动信号,有些离子会从界面脱附进入液晶内,界面上可移动离子数量相比正常点灯情况下少一些。正常驱动后 Aging 过程中已脱附离子再次积聚到界面,相比正常点灯情况下要困难一些,因此 Aging 1 h Flicker 值相比正常点灯时略小。

5 结 论

本文研究了正常点灯、降低背光亮度、以及背光照 panel 一段时间后等不同情况下 Flicker 漂移情况,研究发现驱动信号可以引起液晶分子

极化,产生吸附离子的“驱动力”。随着光照强度减少,cell 盒内产生离子的速率在降低;光照射一段时间可以产生足够的离子,初始点灯便可形成直流偏压,Flicker 很大。本文通过大量实验验证了光照可以使 Cell 盒内材料产生离子。降低背光源强度 Flicker 漂移程度可以在一定程度上得到改善。目前 Flicker 漂移的相关研究工作仍在深入研讨中,理论解释尚存在一些不足。但是现有结论对工程师实际现场改善 Flicker 漂移有重要的指导意义。利用该实验结果可通过优化背光源亮度以及选择不受光照影响、产生较少离子的 Cell 材料方面进行改善,对优化背光源和显示屏整体设计搭配,产品整体画面品质的提高有重要帮助。

参 考 文 献:

- [1] SHEEDY J E. VDTs and vision complaints: a survey [J]. *Information Display*, 1992, 8(4/5): 20-23.
- [2] 徐益勤,张宇宁,李晓华. 显示器件大面积闪烁视觉生理基础与改善方法[J]. 电子器件, 2008, 31(5): 1417-1420.
XU Y Q, ZHANG Y N, LI X H. Physiology analysis and reduction method for large area flicker of displays [J]. *Chinese Journal of Electron Devices*, 2008, 31(5): 1417-1420. (in Chinese)
- [3] ISENSEE S H, BENNETT C A. The perception of flicker and glare on computer CRT display [J]. *Human Factors*, 1983, 25(2): 177-184.
- [4] SON M S, YOO K H, JANG J. Electrical simulation of the flicker in poly-Si TFT-LCD pixels for the large-area and high-quality TFT-LCD development and manufacturing [J]. *Solid-State Electronics*, 2004, 48 (12): 2307-2313.
- [5] 唐进. 液晶显示器显示闪烁研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2008.
TANG J. *Liquid crystal display flicker study* [D]. Shanghai: Shanghai Jitao Tong University, 2008. (in Chinese)
- [6] 章涵敏. 薄膜晶体管液晶显示屏闪烁自动修正系统的研究与实现[D]. 苏州: 苏州大学, 2014.
ZHANG H M. Research and implementation of automatic flicking correction system for TFT LCD [D]. Soochow: Soochow University, 2014. (in Chinese)
- [7] 姚之晓, 王明超, 林鸿涛, 等. TFT 漏电流对 flicker 影响及测试方法研究[J]. 现代显示, 2012(10): 32-36.
YAO Z X, WANG M C, LIN H T, et al. Experiments of TFT Photo-leakage current impact on flicker [J]. *Advanced Display*, 2012(10): 32-36. (in Chinese)
- [8] SHI Y, XIE C, JAE G Y. The research of relationship between ADS mode LCD image sticking and TFT Photo I-off by simulation method [C]. *Proceedings of the 12th International Meeting on Information Display, Daegu, Korea: IMID*, 2012: 501-502.
- [9] 马占洁. 改善 a-Si TFT LCD 像素电极跳变电压方法研究[J]. 现代显示, 2009(4): 19-22, 27.
MA Z J. The investigation to improve kickback voltage of pixel electrode of a-Si TFT LCD [J]. *Advanced Display*, 2009(4): 19-22, 27. (in Chinese)
- [10] 叶强, 来新泉, 许录平, 等. 基于可调电荷泵的双模式高压开关控制器[J]. 固体电子学研究与进展, 2009, 29(1): 83-88.
YE Q, LAI X Q, XU L P, et al. Design of dual-mode high-voltage switch controller based on adjustable charge pump [J]. *Research & Progress of SSE*, 2009, 29(1): 83-88. (in Chinese)
- [11] 闫亮. TFT LCD 最佳驱动方法及性能改进的研究[D]. 天津: 天津大学, 2006.

- YAN L. The Research of best driven approach and performance improvement of TFT LCD [D]. Tianjin: Tianjin University, 2006. (in Chinese)
- [12] 金慧俊,许盈盈,徐鑫,等. 多区域数据线补偿 LCD 闪烁不均[C]. 2014 中国平板显示学术会议,南京:中国光学学会电子行业协会液晶分会,2014:19-20.
- JIN H J, XU Y Y, XU X, *et al.* Adjust data line voltage in different area to solve the flicker non-uniformity of LCD [C]. 2014 Chinese Flat-Panel Display Academic Conference, Nanjing: *Optical Society of China Electronics Industry Association LCD Branch*, 2014: 19-20. (in Chinese)
- [13] 余晓飞,周井雄,孔祥健,等. FFS 模式中闪烁漂移的研究[C]. 2014 中国平板显示学术会议,南京:中国光学学会电子行业协会液晶分会,2014:25-26.
- SHE X F, ZHOU J X, KONG X J, *et al.* Investigation on flicker shift in fringe field switching mode [C]. 2014 Chinese Flat-Panel Display Academic Conference, Nanjing: *Optical Society of China Electronics Industry Association LCD Branch*, 2014: 25-26. (in Chinese)
- [14] 冯兰,侯清娜,王峥,等. 影响 ADS 面板闪烁漂移的因素研究[J]. 液晶与显示,2015,30(5):807-812.
- FENG L, HOU Q N, WANG Z, *et al.* Influence factors on flicker shift for ADS LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(5): 807-812. (in Chinese)
- [15] MEYER R B. Piezoelectric effects in liquid crystals [J]. *Physical Review Letters*, 1969, 22(18): 918-921.
- [16] JEONG I H, JANG I W, KIM D H, *et al.* P.101: Investigation on Flexoelectric effect in the fringe field switching mode [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2013, 44(1): 1368-1371.
- [17] YANG F L, ZHANG J R, XIANG X, *et al.* 24. 4L: Late-News Paper: High performance advanced super dimension switch (ADS) mode LCD with negative dielectric anisotropy LC optimization [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2014, 45(1): 318-321.
- [18] TSURUMA T, GOTO Y, HIGASHI A, *et al.* Novel image sticking model in the fringe field switching mode based on the flexoelectric effect [J]. *Eurodisplay*, 2011, 11: 15-18.

作者简介:徐利燕(1982—),女,河北邯郸人,硕士,工程师,主要从事 TFT-LCD 产品研发设计。E-mail: xuliyan@boe.com.cn