



基于杂质离子含量评价的LTPS-LCD面板测量体系

邓文广, 许叶潞, 温建辉, 黄碧钦, 金昌连

引用本文:

邓文广, 许叶潞, 温建辉, 等. 基于杂质离子含量评价的LTPS-LCD面板测量体系[J]. 液晶与显示, 2021, 36(10): 1388–1394.

DENG Wen-guang, XU Ye-lu, WEN Jian-hui, et al. Measurement system of LTPS-LCD panel based on evaluation of impurity ion content[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(10): 1388–1394.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2021-0119>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

负性液晶在FFS模式下的残像研究

Image sticking study of negative LC for FFS mode

液晶与显示. 2015(3): 393–398 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20153003.0393>

负性液晶材料电压保持率的研究

VHR study in negative dielectric anisotropy liquid crystal mixture

液晶与显示. 2018, 33(9): 743–749 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183309.0743>

TFT-LCD高温残像的改善

Improvement of high temperature image sticking of TFT-LCD

液晶与显示. 2021, 36(7): 993–998 <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2020-0354>

LCD面板TFT特性相关残像研究

Influence of TFT character on LCD image sticking

液晶与显示. 2018, 33(3): 195–201 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183303.0195>

TFT-LCD公共电压耦合畸变的影响因素及与线残像关系的研究

Influencing factors of TFT-LCD common voltage on the coupling of signal voltage and the relationship with line image sticking

液晶与显示. 2018, 33(4): 277–284 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183304.0277>

文章编号:1007-2780(2021)10-1388-07

基于杂质离子含量评价的 LTPS-LCD 面板测量体系

邓文广, 许叶潞*, 温建辉, 黄碧钦, 金昌连

(厦门天马微电子有限公司, 福建 厦门 361220)

摘要:残像是影响液晶显示器(LCD)面板品质的重要因素,残像的不良改善已成为面板工厂持续性研究课题。残像程度与杂质离子的含量正相关,为了实现对低温多晶硅(LTPS)LCD 盒内杂质离子含量的监控,本文系统地对 LTPS-LCD 面板测试盒测量体系进行了研究,并对该测量体系的稳定性、分辨能力进行了探讨。首先针对 LTPS 技术的面板设计了一种新的测试盒,然后采用液晶电压保持率(Voltage Holding Residual, VHR)评价盒内杂质离子含量,运用测量系统分析方法对其可靠性进行评估,最后通过对比不同紫外线(UV)照射时间与光配向烘烤时间下 VHR 的变化分析其分辨力。实验结果表明:该测量体系的量具重复性、再现性(Gage R&R%)为 10.77%,变异与流程公差(P/T)为 26.93% $\leq$ 30%,可区分度为 13 $\geq$ 5,不同批次 VHR 均值维持在 93%~95%,测量结果可靠、稳定,并能有效识别出 VHR 差异。本文设计的测试盒符合 LTPS-LCD 面板产业对杂质离子含量监测需求,可为工厂实际生产中杂质离子的监控提供参考。

关键词:残像;电压保持率;LTPS-LCD;测试盒;杂质离子

中图分类号:TN873+.93;TB497 **文献标识码:**A **doi:**10.37188/CJLCD.2021-0119

Masurement system of LTPS-LCD panel based on evaluation of impurity ion content

DENG Wen-guang, XU Ye-lu*, WEN Jian-hui, HUANG Bi-qin, JIN Chang-lian

(Xiamen Tianma Microelectronics Co., Ltd., Xiamen 361000, China)

Abstract: Image sticking is an important factor affecting the quality of liquid crystal display (LCD) panel. The improvement of poor image sticking has been a continuous research topic in LCD panel factory. The degree of image sticking is positively correlated with the content of impurity ions. In order to monitor the content of impurity ions in the LTPS(Low Temperature Poly-Silicon)-LCD cell, the measurement system of the LTPS-LCD panel test cell is systematically studied, and the stability and resolution of the measurement system are discussed. Firstly, the measurement system designs a new test cell for the LTPS technology panel, and then uses voltage holding residual (VHR) to evaluate the impurity ion content in the cell, and the measurement systems analysis (MSA) is used to evaluate the reliability. Finally, the resolution of the measurement system is tested by comparing the changes of VHR under different ultraviolet (UV) irradiation time and photo-alignment baking time. The experi-

收稿日期:2021-04-09;修订日期:2021-05-27.

基金项目:国家自然科学基金青年基金(No.61401425, No.61602432)

Supported by Youth Fund of National Natural Science Foundation of China(No. 61401425, No.61602432)

* 通信联系人, E-mail: yulu_xu@tianma.cn

mental results show that the measurement system gage repeatability, reproducibility (Gage R&R%) is 10.77%, P/T is 26.93% < 30%, distinguishable score is 13 > 5, the measurement results are reliable and stable, and can effectively identify VHR differences. The test cell designed in this paper meets the requirements of the LTPS-LCD panel industry for impurity ion content monitoring, and provides important guidance for monitoring factory impurity ions in actual production.

Key words: image sticking; voltage retention rate; LTPS-LCD; test cell; impurity ion

1 引言

薄膜晶体管液晶显示器 (TFT-LCD) 因其低功耗、低辐射和轻薄美观等优点, 被广泛运用于手机、电视、笔记本电脑、平板显示器等各种显示设备^[1-3]。随着人们对显示品质的要求越来越高, 如高亮度、高对比度、快速响应速度、广视角、屏幕高刷新率、强信赖性能力等^[4-7], 液晶显示技术也在飞速发展, 从早期的非晶硅 (a-Si)、IGZO (Indium Gallium Zinc Oxide), 到现在的低温多晶硅 (LTPS)^[8], 以及逐步发展的有源矩阵有机发光二极管 (AM OLED)、(量子点发光二极管 Quantum Dot Light Emitting Diod, QLED)、微发光二极管 (Micro-LED) 等^[9-11]。

LCD 信赖性测试有很多项目, 而这其中“残像”是极为重要的一项。残像是指液晶屏幕长时间在同一画面点亮, 当切换到下一画面时, 上一画面影像仍有残留在显示器上^[12]。残像的测试方法目前主要是模组状态的成品在黑白棋盘格画面长时间显示, 然后切换至不同灰阶确认是否有棋盘格残留。根据切换后的画面成像, 还会细分出线残像与面残像^[13-14]。二者造成的原因有所区别, 但共通的一个重要原因是盒内存在杂质离子, 而杂质离子的

来源众多, 主要受盒内材料配向膜、液晶、封框胶、生产线洁净度等影响^[15]。造成最大困扰的是杂质离子暂无有效的监控手段, 导致面板生产中出现残像问题时都需要完成模块状态的成品来获得验证结果, 这其中势必带来了一个较长时间的反馈周期, 对面板厂造成重大的经济损失。

针对这个问题, LCD 业内有自制过 mini-cell, 测试电压保持率 (VHR), 以此来评价盒内杂质离子含量, 但该方法有明显的局限性: 使用灌晶工艺, 不适用于 LTPS-LCD 技术; 多用于新材料导入验证, 适合材料供应商开发全新体系的盒内材料, 难作为 LTPS-LCD 面板生产线常规监控手段^[16]。本文通过依托 LTPS 技术新设计一种测试盒, 该测试盒操作简便, 测试性能稳定可靠, 能够克服工厂内杂质离子监控短板, 为安定生产提供重要参考依据。与传统测量方法相比, 测试盒能大幅缩短表征周期, 提前发现异常, 避免重大经济损失。

2 实验

2.1 测试盒制作流程

本次实验使用第六代 1 850 cm × 1 500 cm 的白玻璃, 制作流程如图 1 所示。

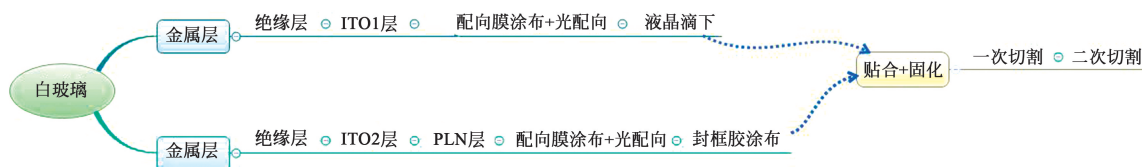


图 1 测试盒制作流程

Fig.1 Test cell production process

白玻璃在经过投料拆包后, 分别经过清水超声、喷淋、风刀吹干、高温干燥和冷却完成清洗程序; 随后在白玻璃上制作金属膜、绝缘层, 金属氧化物透明电极, 每道膜层都经历清洗、成膜、光阻

涂布、曝光、显影、刻蚀、光阻剥离, 最终形成“TFT 侧”所需要的图形。另一张白玻璃在上述膜层基础上额外增加有机膜层代替 PS 柱作盒内支撑, 这样就完成了非传统意义的“CF 侧”(彩色

滤光片)。在经过清洗机清洗后,使用配向膜涂布机将配向膜溶液均匀涂覆在二者表面,分别经加热台预固化、烘烤炉主固化后,完成配向膜成膜工序;再利用光配向制程对固化完全的配向膜进行有序断链取向,随后使用烘烤炉对断链后的小分子挥发处理,完成光配向工序。TFT 与“CF 侧”在进行对组贴合前,同样需要清洗保证玻璃基板的洁净度。随后对 TFT 玻璃完成液晶滴下动作,使整张玻璃均匀分布液晶,“CF 侧”玻璃涂覆封框胶,而后二者进行对位、抽真空、对贴成盒,成盒后的玻璃先使用紫外(UV)光照进行封框胶预固化,再进入烘烤炉进行封框胶主固化,完成 ODF 工序。对贴的玻璃经过一次切割和二次切割形成单个的小液晶盒,完成测试样品的准备。

新制作的测试盒创新性地运用了 PLN 有机膜代替 PS 柱作盒内支撑,省略了 LTPS 工艺中彩膜特有的 BM/R/G/B/PS 膜层,大幅缩减了常规 LTPS 工艺流程,节约了样品产出时间。测试盒结构如图 2 所示。

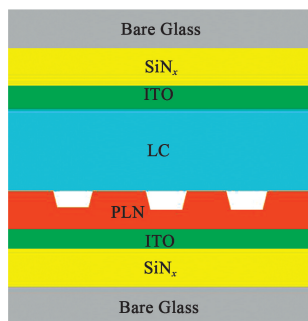


图 2 测试盒结构图

Fig.2 Test cell structure diagram

2.2 计算方法

VHR 是表征液晶材料信赖性特性的重要参数之一。当盒内杂质离子增多时,液晶材料受到污染,因而可以借用 VHR 的变化来衡量盒内杂质含量。VHR 常用的表示方法是电压比值法和面积比值法,二者只是在计算方法上略有差异。

电压比值法是液晶盒充电与放电一段时间后的电压比值,即 $VHR = V_2/V_1 \times 100\%$,如图 3 所示。面积比值法是利用积分计算整个充放电过程中实际曲线面积与理想曲线的面积比值。式(1)为面积比值法的计算公式^[17]。

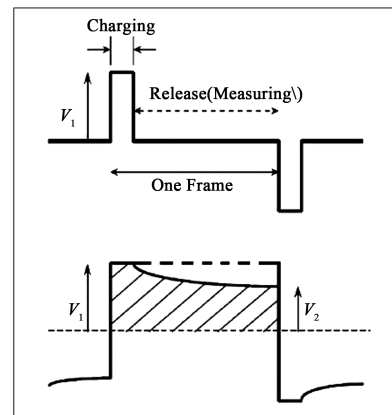


图 3 VHR 测试示意图

Fig.3 VHR measurement diagram

$$VHR_{(area)}(\%) = \frac{\int_0^T V_0 \times e^{\frac{t}{C \cdot R(t)}} dt}{\int_0^T V_0 dt}, \quad (1)^{[17]}$$

其中 C 为液晶盒电容(F), R 为液晶盒电阻(Ω), t 为帧周期(s)。

本文采用电压比值法计算 VHR。

2.3 测试条件

本次 VHR 测试使用 TOYO 公司 LCM-3 型测试仪,测试前需要对测试盒进行前处理,在保证洁净度后再包覆一层铜箔,以便与 LCM-3 型测试仪完成连接导电,测试链路如图 4 所示。

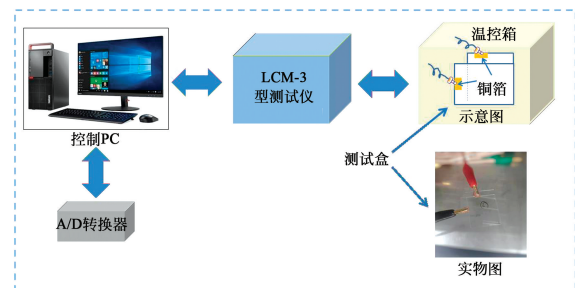


图 4 LCM-3 结构图

Fig.4 LCM-3 structure diagram

杂质离子受测试温度影响,而从计算方法来看,VHR 结果还受测试电压、频率的影响,为此实验对比了不同测试条件下测试盒 VHR 的结果。如图 5 (a)所示。首先在 60 °C 高温下,测试了不同电压(1 V 和 5 V)、不同频率(0.6 Hz/1 Hz/60 Hz)下测试盒的 VHR,测试结果如表 1 所示。从表 1 可以发现:5 V&60 Hz条件下 VHR 波动范围最小约为 1.6%(均值 92.8%),其余频率

下 VHR 波动范围大。在相同电压 & 频率下(5 V, 60 Hz), 对比了 VHR 在 4 种测试温度(25 °C/60 °C/70 °C/85 °C)下的变化, 结果如表 2 所示。

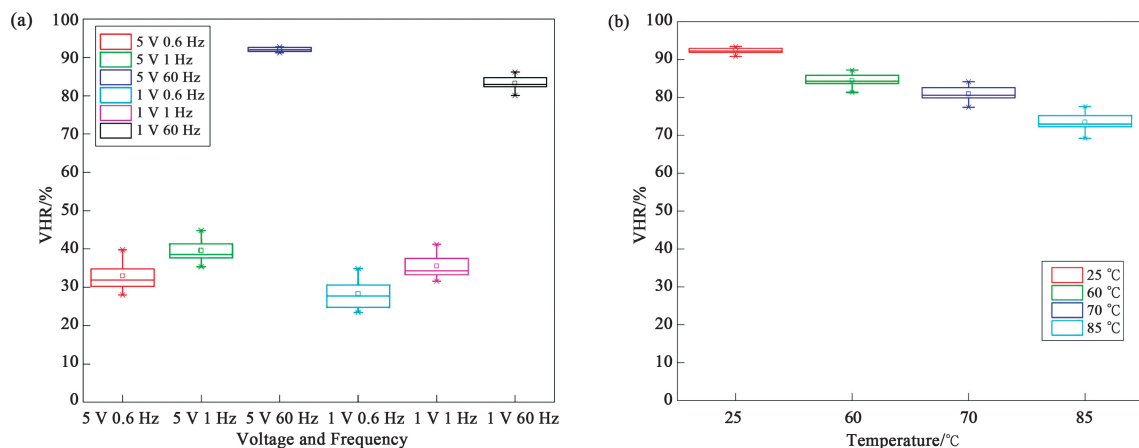


图 5 (a) 相同温度不同电压频率的 VHR 结果;(b) 相同电压频率不同温度的 VHR 结果。

Fig.5 (a) VHR results of different voltage and frequency at the same temperature; (b) VHR results at different temperatures under the same voltage and frequency.

表 1 相同温度不同电压频率的 VHR 结果

Tab.1 VHR results of different voltage and frequency at the same temperature

测试温度	测试电压和频率	min/ %	Ave/ %	max/ %	max-min/ %
60 °C	5 V 0.6 Hz	28.0	30.9	34.8	6.7
	5 V 1 Hz	35.4	39.5	44.8	9.5
	5 V 60 Hz	91.2	92.0	92.8	1.6
	1 V 0.6 Hz	23.5	26.3	30.6	7.1
	1 V 1 Hz	31.6	35.6	41.2	9.6
	1 V 60 Hz	80.1	83.3	86.2	6.1

表 2 相同电压频率不同温度的 VHR 结果

Tab.2 VHR results at different temperatures under the same voltage and frequency

测试频率	测试温度/°C	min/ %	Ave/ %	max/ %	max-min/ %
5V 60Hz	25	90.8	92.2	93.4	2.6
	60	81.3	84.4	87.2	5.9
	70	77.4	80.9	84.1	6.7
	85	69.2	73.4	77.6	8.4

3 结果与讨论

3.1 测量体系分析

测量系统能力分析是 5 大质量工具之一, 是一种系统性方法来确定整个流程变化中有多少是

如图 5 (b)所示当测试温度在 25 °C 时, VHR 波动范围最小约为 2.6% (均值 92.2%)。综上, 我们设置测试盒的测试参数为电压 5 V、频率 60 Hz。

由于测量体系造成的。一个有效的测量体系首先需要确保测量设备的可靠性, 这样它才能物尽其用, 获得有价值数据, 从而实现对产品质量目标和管理目的。

根据测量数据类型区分, 测量系统可分为“计数型”及“计量型”两类, 分别对应的是连续型数据

与离散型数据。测量后的数值能够呈现连续性的变化,为连续型数据;而离散型数据只能定性为可区分的。本文测试的 VHR 数据属于连续型数据,依照“计量型”测量系统对量具的重复性和再现性 (Gage Repeatability、Reproducibility, Gage R&R%) 进行研究。我们采用 Minitab 软件计算

量具重复性、再现性 (Gage R&R%) 和测量系统的变异与流程的公差 (即 P/T 值) 来衡量测量系统。结果如下: Gage R&R% 为 10.77%, P/T 为 26.93% < 30%, 可区分数为 13 > 5, 判定测量系统合格。具体如表 3 所示, 根据该分析结果, 考虑现有设备能力及成本, 新设计的液晶盒测量的 VHR 数据是可接受的。

表 3 量具的重复性和再现性结果
Tab.3 Repeatability and reproducibility of gage

来源	标准差 (SD)	研究变异 (6 * SD)	研究变异 (SV) / %	公差 (SV/Toler) / %
合计量具 R%R	0.359 04	2.154 2	10.77	26.93
重复性	0.359 04	2.154 2	10.77	26.93
部件间	3.314 29	19.885 7	99.42	248.57
合计变异	3.333 68	20.002 1	100	250.03

注: 可区分的类别数为 13; 1. Gage R&R% 或 P/T 小于 10% 可以接受; 2. Gage R&R% 或 P/T 在 10% ~ 30% 之间, 测量系统是否可接受取决于具体应用、测量设备成本、维修成本或其他因素; 3. Gage R&R% 或 P/T 大于 30%, 则测量系统不可接受, 需改善。

3.2 盒内污染恶化分析

一个完善的测量系统不仅需要数值准确、稳定, 还需要拥有较好的分辨能力。当测试样品属于流程合理变异产生时, 如果能被很好地识别出来, 则说明该测试系统是完整的。为了判断现有测试盒对 VHR 波动是否有分辨力, 特别进行了不同盒内污染验证。实验条件是减少封框胶固化时间与光配向烘烤时间, 由此会带来封框胶固化不完全与光配向后小分子挥发不完全, 这二者都

会对盒内造成污染。以现有测试盒工艺条件抽测了 4 个批次, 如图 6(a) 所示, VHR 均值维持在 93% ~ 95%, 且跟踪确认这期间产出的模组成品残像表现, 均是满足客户规格, 说明当下产线处于稳定状态; 但是减少封框胶固化时间的 VHR 只有 88.23%, 较对照组的偏低了约 6%; 而减少光配向烘烤时间的 VHR 只有 82.03%, 较对照组的偏低了约 12%, 如图 6(b) 所示, 而且这两个恶化条件 VHR 波动范围 (约 12% ~

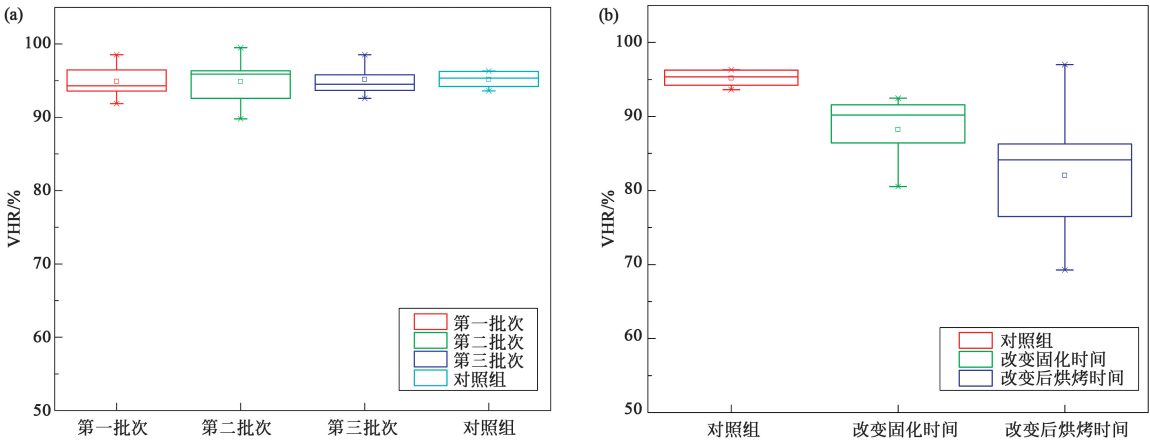


图 6 (a) 相同条件下不同批次 VHR 测试值; (b) 不同条件下同一批次 VHR 测试值。
Fig.6 (a) VHR test values of different batches; (b) VHR test value of the same batch under the same conditions under different conditions.

20%)都远超对照组(约4%)。这说明当盒内受到污染时,VHR确实会随之出现恶化,而引起的VHR差异能被测试盒准确识别。

4 结 论

本文提出一种适合 LTPS-LCD 产业的面板测试盒结构,通过引入电压保持率(VHR)评价盒

内杂质离子含量,并采用 MSA 方法对测量体系的可靠性进行了分析,此外通过盒内污染恶化条件对该体系的分辨能力进行了验证。结果表明,该测试盒 Gage R&R%为 10.77%,P/T 为 26.93% $\leq$ 30%,可区分数为 13 $\geq$ 5,测量结果稳定可接受,能有效识别盒内杂质离子恶化,为分析残像和实际生产中监控工厂杂质离子提供了重要参考。

参 考 文 献:

- [1] 许卓,金熙哲,吴海龙,等.LCD 面板 TFT 特性相关残像研究[J].液晶与显示,2018,33(3):195-201.
XU Z, JIN X Z, WU H L, *et al.* Influence of TFT character on LCD image sticking [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(3): 195-201. (in Chinese)
- [2] AHN H J, HWANG H S, KIM D G, *et al.* Improvement of the long-term image sticking in an IPS-LCD by development of LCD cell materials [C]//*Proceedings of the 15th International Display Workshops*. Niigata, Japan: IDW, 2008: 1571-1572.
- [3] 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,2014,29(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)
- [4] 范恒亮,汤展峰,刘利萍,等.TFT-LCD 残影不良的研究与改善[J].液晶与显示,2016,31(3):270-275.
FAN H L, TANG Z F, LIU L P, *et al.* Research and improvement of TFT-LCD image-retention [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(3): 270-275. (in Chinese)
- [5] Karube M. Low power consumption for circuit integration of low temperature poly-Si TFT-LCDs [C]//*Proceedings IDW/AD '05*. 2005: 1229-1230.
- [6] 王猛,王岩,韦德泉,等.松果状纳米氧化铁对液晶电光性能的影响[J].应用化学,2019,36(5):578-584.
WANG M, WANG Y, WEI D Q, *et al.* Influence of pinecone-like ferric oxide on the electro-optical properties of nematic liquid crystals [J]. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2019, 36(5): 578-584. (in Chinese)
- [7] 胡郁蓬,鲁广昊.有机半导体薄膜空间电荷分布对晶体管性能影响的研究进展[J].应用化学,2019,36(8):855-881.
HU Y P, LU G H. Research progress on the effect of space charge distribution of organic semiconductor thin films on transistor performance [J]. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2019, 36(8): 855-881. (in Chinese)
- [8] 刘莎,王丹,杨照坤,等.TFT-LCD 技术发展趋势浅析[J].液晶与显示,2018,33(6):457-463.
LIU S, WANG D, YANG Z K, *et al.* Key technology trends analysis of TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(6): 457-463. (in Chinese)
- [9] 刘阳,张彬祥,黄楚佳.柔性 OLED 薄膜封装技术分析[J].光电子技术,2017,37(2):139-145.
LIU Y, ZHANG B X, HUANG C J. Analysis of thin film encapsulation technology of flexible OLED [J]. *Optoelectronic Technology*, 2017, 37(2): 139-145. (in Chinese)
- [10] MANDERS J R, QIAN L, TITOV A, *et al.* High efficiency and ultra-wide color gamut quantum dot LEDs for next generation displays [J]. *Journal of the Society for Information Display*, 2015, 23(11): 523-528.
- [11] PHENIX S J. Display technology trends in digital signage display [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2017, 48(1): 608-611.
- [12] 童芬,郭小军.负性液晶在 FFS 模式下的残像研究[J].液晶与显示,2015,30(3):393-398.
TONG F, GUO X J. Image sticking study of negative LC for FFS mode [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(3): 393-398. (in Chinese)
- [13] 林鸿涛,邵玉生,胡海琛,等.TFT-LCD 中驱动信号对线残像的改善研究[J].液晶与显示,2012,27(3):359-363.
LIN H T, XI Y S, HU H C, *et al.* Improvement research of line image sticking by drive signal in TFT-LCD [J].

- Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(3): 359-363. (in Chinese)
- [14] 焦峰,王海宏.TFT-LCD 残像原理与分析(基础篇)[J].现代显示,2012(4):54-59.
JIAO F, WANG H H. The theory and analysis of TFT-LCD image sticking (Basis) [J]. *Advanced Display*, 2012(4): 54-59. (in Chinese)
- [15] 梁珂.TFT LCD 影像残留的研究[D].天津:天津大学,2006.
LIANG K. Study of TFT LCD image sticking [D]. Tianjin: Tianjin University, 2006. (in Chinese)
- [16] 刘晓那,宋勇志,徐长健,等.配向膜材料与面残影的关联性研究[J].液晶与显示,2014,29(3):317-321.
LIU X N, SONG Y Z, XU C J, *et al.* Relationship between alignment film and image sticking [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2014, 29(3): 317-321. (in Chinese)
- [17] JACOB T, FINKENZELLER U. Physical properties of Liquid crystals: VIII Voltage holding ratio [R] Merck, 1992.

作者简介:



邓文广(1975—),男,江苏昆山人,1999年于抚顺石油学院获得学士学位,主要负责 TFT-LCD 技术整合统筹工作。
E-mail: wenguang_deng@tianma.cn



许叶璐(1990—),男,江西南昌人,硕士研究生,2015 年于厦门大学获得硕士学位,主要从事 TFT-LCD 技术整合工作。E-mail: yelu_xu@tianma.cn