

高温竖向串扰发生机理的定量研究

刘俊, 赵达裕, 陈鹏, 郭会斌, 高玉杰

引用本文:

刘俊, 赵达裕, 陈鹏, 等. 高温竖向串扰发生机理的定量研究[J]. 液晶与显示, 2021, 36(8): 1128–1135.

LIU Jun, ZHAO Da-yu, CHEN Peng, et al. Quantitative study on the mechanism of high temperature vertical crosstalks[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2021, 36(8): 1128–1135.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/CJLCD.2021-0021>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

一种可预测TFT-LCD垂直串扰水平的定量分析方法

A quantitative analysis method for predicting vertical crosstalk level in TFT-LCD

液晶与显示. 2019, 34(4): 366–378 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193404.0366>

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>

TFT-LCD制程对低频横纹色差的影响及研究

Influence and research of TFT-LCD process on low frequency striped Mura

液晶与显示. 2019, 34(2): 160–168 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193402.0160>

TFT-LCD高温光照漏电流改善研究

Improvement in TFT-LCD high temperature and light leakage current

液晶与显示. 2016, 31(3): 283–289 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20163103.0283>

文章编号:1007-2780(2021)08-1128-08

高温竖向串扰发生机理的定量研究

刘 俊*, 赵达裕, 陈 鹏, 郭会斌, 高玉杰

(武汉京东方光电科技有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要:为快速解决大尺寸薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)产品中的高温竖向串扰(V-CT)不良,本文研究了漏电流与 V-CT 现象间的定量关系,用以指导 TFT 特性相关工艺的调整。首先,基于 V-CT 电压梯度曲线及 TFT 开关实际工作状态下的漏电流,建立了一种定量表征漏电流的大小和 V-CT 严重程度间关系的测试方法。然后,应用此方法对客户屏评测画面(CT-SEC)下发生的高温 V-CT 进行研究,实验结果表明:V-CT 电压梯度曲线可以较好地匹配总体漏电流 $I_{\text{off_total}}$ 渐变规律。高温初始及长期信赖性评价条件下,V-CT 不良的发生同显示面板面内的光照漏电流 I_{off} ($V_{\text{gl_GOUT}}-V_{\text{pixel_255}}$) 强相关。

关 键 词: TFT-LCD; 竖向串扰; 定量; 漏电流;

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.37188/CJLCD.2021-0021

Quantitative study on the mechanism of high temperature vertical crosstalks

LIU Jun*, ZHAO Da-yu, CHEN Peng, GUO Hui-bing, GAO Yu-jie

(Wuhan BOE Optoelectronic Technology Co., Ltd., Wuhan 430000, China)

Abstract: In order to solve the problem of high temperature vertical crosstalk in large size thin film transistor liquid crystal display (TFT-LCD) quickly, the quantitative relationship between leakage current and V-CT phenomenon was studied to provide guidance of the process adjustment of TFT characteristics. Firstly, based on the contour map of $V_{\text{gl_TCON}}$ characterized the occurrence of V-CT and the leakage current of TFT in actual working state, a method was developed to characterize the relationship between leakage current and severity of V-CT quantitatively. Secondly, according to the study of V-CT in CT-SEC image, the following conclusions are obtained: (1) the contour map and the trend of $I_{\text{off_total}}$ match well in different $V_{\text{gl_TCON}}$ value; (2) V-CT is strongly correlated with the leakage current under the photo I_{off} ($V_{\text{gl_GOUT}}-V_{\text{pixel_255}}$) over any period in high temperature.

Key words: TFT-LCD; vertical crosstalk; quantitative; leakage current

1 引 言

在 TFT-LCD 产品开发过程中,高温信赖性

测试是产品品质评价的重要项目。TFT 特性在该测试环境下容易劣化,进而会发生一些电学性不良。此类不良的发生因其时间上的进行性、顽固性,对产品的开发效率会造成严重影

收稿日期:2021-03-09;修订日期:2021-03-24.

* 通信联系人, E-mail: 115859120642@163.com

响。高温竖向串扰 (Vertical-Cross Talk, V-CT) 作为普遍发生和亟待解决的一种不良, 影响其发生的因素主要有两方面^[1]: (1) 像素电极和自身或相邻数据线之间的寄生电容 (C_{pd}) 的影响。即当寄生电容较大时, 像素电压信号就会受到数据线电压信号的影响而发生变化^[2-3]; (2) TFT 的关态漏电流 (I_{off}) 的影响。即当漏电流过大时, 像素电压信号会受到自身数据线电压信号的影响而发生变化。我们可通过采用在数据线周围设置屏蔽电极、 C_{pd} 对称补偿设计、Z 反转驱动方式等优化面板设计的手段消除 C_{pd} 的影响^[4-5]。但由于薄膜晶体管阵列采用的材料是氢化非晶硅 (a-Si)。在高温条件下, a-Si 中可参与导电的电子和空穴数量增多, 关态漏电流 I_{off} 会增大^[6~8], 高温 V-CT 不良相对常温也更易发生。

不良的根本解决要求能够将漏电流与 V-CT 不良发生区域之间建立关联, 后续才可以有针对性地调整 TFT 特性工艺条件。前人就漏电流对 V-CT 不良程度的影响做了一些较为浅显的研究。肖文俊^[9]通过调节关断电压 V_{gl} , 确认相应的 V-CT 严重程度, 得到最佳 V_{gl} 电压。同样, 张乐^[10]也据此原理设计了一种可自动调整串扰程度的显示装置。这些仅表明: V_{gl} 电压影响漏电流大小, 进而影响 V-CT 现象的严重程度。且此方法只是一种简单的电路调试方法, 并不能完全解决不良。周焱^[11]提出的一种判断 V-CT 水平的方法, 其理论依据为亮度变化和电压差间的关系。该方法仅考虑了窗口时序段的数据线电压差对垂直串扰水平的影响, 但并未完整考虑帧周期内各时序段的压差作用。

以上研究都未涉及到漏电流大小的具体评估, 也没有定量表征出漏电流的大小与 V-CT 不良现象严重程度间的关系。基于以上背景, 本文试图建立一种可靠的定量表征漏电流和 V-CT 现象间关系的测试方法, 并将其应用于某一画面发生高温 V-CT 不良时的机理分析, 找到主要影响因素, 为后续快速调整 TFT 特性提供依据。

2 研究方法

本文的测试方法及原理简单介绍如下。

首先, 为了将漏电流大小和 V-CT 现象严重

程度建立关联, 通过调节 V_{gl} 电压, 确认 V-CT 不良现有无发生, 得到可以表现 V-CT 现象发生规律的 V-CT 电压梯度曲线。

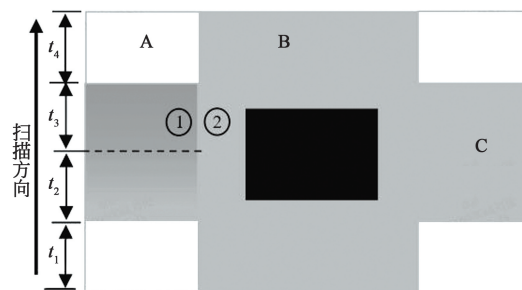


图1 CT-SEC画面

Fig.1 Pattern of CT-SEC

其次, 若想知道漏电流的具体值, 必须得到 TFT 开关在各时序段的实际工作状态。图 1 为客户端评价画面 (CT-SEC)。现以该画面发生高温 V-CT 为例进行说明。CT-SEC 画面的四角白 A 区为 L255 灰阶, B 区和 C 区同为 L127 灰阶。①区为 V-CT 发生区域, 现象为发暗; ②区为未发生 V-CT 现象的正常区域。现取其某一扫描行进行分析: 以该行分界, 帧周期分为 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 时序段。图 2 为正负帧周期①、②区的数据线电压和像素电压波形图。由图 2 可知, ①区主要受异帧信号电压拉动影响, 导致区域发暗。由于正负帧周期各个阶段的像素充电电压有正负之分, 因此 TFT 开关工作状态 (V_{gs} , V_{ds}) 皆不相同。若想估算各阶段漏电流大小, 必须通过 TFT 特性测试设备获得对应状态 (V_{gs} , V_{ds}) 的 I_d - V_g 转移特性曲线。而帧周期内总的漏电流的大小 I_{off_total} 可结合时序占空比加权求和得到。

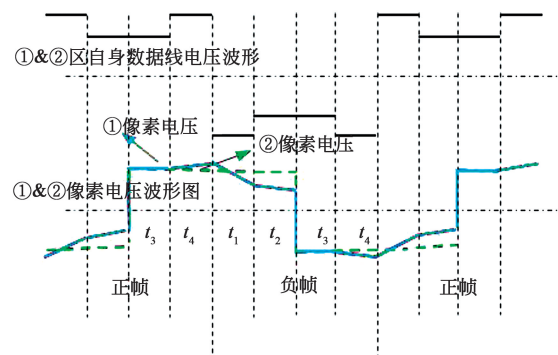


图2 源漏极信号电压波形图

Fig.2 Signals of source and drain

另外,由于信号衰减等因素,时序控制器(Timing Controller, TCON)端的输入信号电压和面内 TFT 开关的实际工作电压存在差异。CT-SEC 画面对应的各灰阶电压可通过模组光学测量系统获得的灰阶-透过率(Gamma)曲线和色彩分析仪获得的像素电压-透过率(V-T)曲线联合推得。某扫描行的关断电压 V_{gl} 可通过探针测试法得到。

3 实 验

3.1 样品与仪器

实验所用样品主要有:ADS 模式液晶显示面板(面板)1 个,分辨率为 $3\,840 \times 2\,160$ 。实验所用的设备及仪器主要有:高温老化炉,LCM 模组光学测量系统设备,TFT 特性测试设备(YAF-6565M),色彩分析仪 CA410,示波器。

3.2 实验过程

3.2.1 V-CT 电压梯度曲线

在高温信赖性评价环境下,通过在 TCON 板外加直流电压的方式调节 V_{gl} 电压值($V_{gl,TCON}$),观测 CT-SEC 画面 V-CT 的复现情况。具体操作流程为:

(1)将面板放置在高温老化炉内,并以正常点灯的状态老化 0.5 h,使得初始高温 TFT 特性达到稳定状态;

(2)通过图 3 所示的描画,即同 C 区的灰阶和高度一致的窄长条,描画出各梯度电压下 V-CT 发生的区域范围及现象。梯度电压 $V_{gl,TCON}$ 的取值范围一般为 $-20 \sim 0$ V;

(3)通过在数据信号输入端及其对侧(DP、DPO 侧)设置长白条(高度同 CT-SEC 画面四角 A 区),定性观察各梯度区域 V-CT 现象严重程度,为后续测试点位的选取提供参考;

(4)为更好地比较梯度测点各时序段漏电流大小,即排除时序影响,要求将梯度测点设定在同一扫描行。

梯度曲线及测试点位如图 3 所示。正向梯度曲线分别为 -4.0 , -3.5 , -3.0 , -2.5 V,曲线的区域范围从 -4.0 V 到 -2.5 V 逐渐外扩,范围内发黑,程度较重。正向梯度测点设置在扫描行 G1002,分别为 1-1,1-2,1-3,1-4,以 -3.0 , -3.5 ,

-4.0 V 分界。负向梯度曲线分别为 -20 , -18 , -16 , -14 V,曲线区域范围从 -14 V 到 -20 V 逐渐外扩,范围内发黑,程度非常轻微。负向梯度测点设置在扫描行 G1530,分别为 2-1,2-2,2-3,2-4,以 -18 , -16 , -14 V 分界。

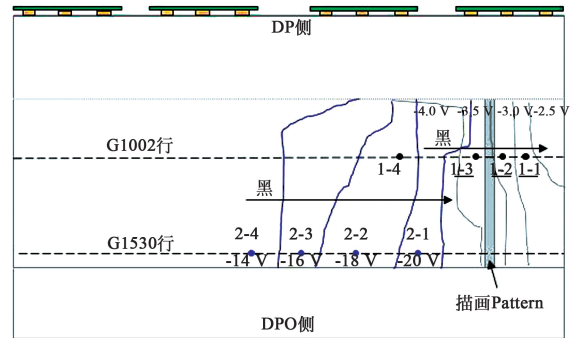


图 3 V-CT 电压梯度曲线

Fig.3 Gradient curves of V_{CT} voltage

3.2.2 灰阶电压

为准确得到 CT-SEC 画面中的 L127 和 L255 灰阶电压,可先通过 Gamma 曲线获得灰阶和透过率间的对应关系,再通过 V-T 曲线得到相应透光率下的像素电压(即为对应的灰阶电压)。

(1)Gamma 曲线测试

人眼感觉近似正比与亮度的 $(1/\gamma)$ 次方,该变化关系曲线叫做 Gamma 曲线,Gamma 值一般在 $2.0 \sim 2.4$ 。Gamma 曲线公式可表示为:

透过率(亮度/总亮度) = (灰阶/灰阶总数) $^\gamma$,

图 4 为使用 LCM 模组光学测量系统测得的面板中心点位的 Gamma 曲线,即图中所示虚线。根据其灰阶和透过率间的对应关系可得 L127 和 L255 灰阶下的透过率 T 。L127、L255 灰阶分别对应透过率为 21.66%、100%。

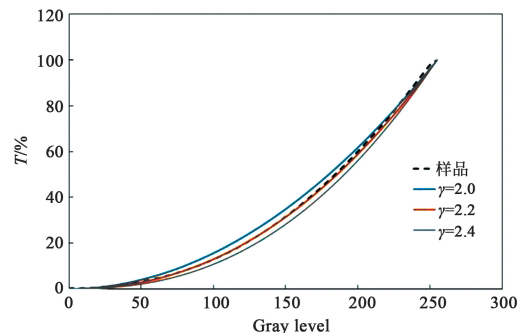


图 4 Gamma 曲线

Fig.4 Gamma curves

(2)V-T 曲线测试

V-T 曲线是指液晶显示面板透过率随电压变化的曲线,它反映了亮度与驱动电压之间的关系^[12]。V-T 曲线测试,是通过在数据信号输入端施加电压,使用色彩分析仪 CA410 同步测试画面亮度变化。图 5 为显示面板正向梯度测点的 V-T 曲线。V-T 曲线上的点横轴为信号电压,纵轴为归一化的亮度。由于曲线是通过外加直流电压来测量的,不存在漏电等问题,可认为曲线上的数据线电压和对应灰阶的像素电压相同。由图可知,正向测点 V-T 曲线差异基本可以忽略不计。同理可知,负向测点的 V-T 曲线差异也可忽略。

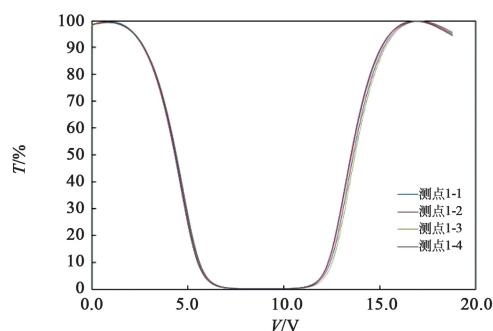


图 5 V-T 曲线

Fig.5 V-T curves

表 1 为正负向测点 L127 和 L255 灰阶对应的像素电压。可以看到,正负向测点的正负极性

表 1 L127 和 L255 灰阶对应的像素电压

Tab.1 Drive voltages of L127/255

Gamma curve		正向测点		负向测点	
Gray level	T/%	负帧/V	正帧/V	负帧/V	正帧/V
L127	21.6	3.75	11.35	3.8	11.55
L255	100	0	15.55	0	15.65

灰阶电压差异较小。后续以正向测点的正负极性电压为准进行计算。

3.2.3 关断电压 V_{gl_GOUT}

面板的扫描驱动集成电路采用 GOA 驱动设计,即在阵列基板上制作移位寄存器电路,依次对扫描行输出高电平方波,实现 AA 区像素 TFT 的逐行开启。GOA 单元提供了 TFT 的开关态电压 V_{gh} 、 V_{gl} ,而该单元可看作是由重复单元阵列得到。因此,某扫描行的 V_{gl_GOUT} 电压可通过线性拟合得到。

首先,在正常点屏的状态下,通过示波器实测得到各 V_{gl_TCON} 下 DPO/DP 侧的 V_{gl_GOUT} 电压值。示波器的采样频率为 $1.0 \mu\text{s}/\text{pt}$, $10.0 \text{ ms}/\text{div}$ 。

然后,通过拟合得到 DPO/DP 侧的 V_{gl_GOUT} 随 V_{gl_TCON} 变化的关系曲线,结果如图 6 所示。

(1) DP 侧 V_{gl_GOUT} 同 V_{gl_TCON} 间的关系式为:

$$V_{gl_GOUT_DP} = 0.960V_{gl_TCON} + 0.418;$$

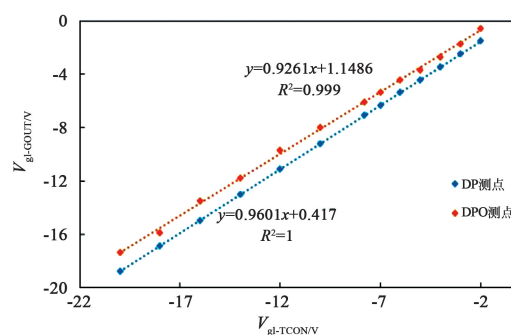
(2) DPO 侧 V_{gl_GOUT} 同 V_{gl_TCON} 间的关系式

$$\text{为: } V_{gl_GOUT_DPO} = 0.926V_{gl_TCON} + 1.148;$$

$V_{gl_GOUT_DP}$:DP 侧首行(G0001 行)GOUT

信号的低电压值;

$V_{gl_GOUT_DPO}$:DPO 侧尾行(G2 160 行)GOUT 信号的低电压值。

图 6 V_{gl_GOUT} 同 V_{gl_TCON} 间的关系Fig.6 Relationship between V_{gl_GOUT} and V_{gl_TCON}

对于某一扫描行,其 V_{gl_GOUT} 电压值可通过线性拟合得到:

$$V_{gl_GOUT} = (-0.034 V_{gl_TCON} + 0.7) \times \frac{H_{\text{扫描行}}}{2160} + (0.96 V_{gl_TCON} + 0.4), \quad (1)$$

其中: $H_{\text{扫描行}}$ 为某一扫描行行数。

3.2.4 漏电流的计算

(1) 根据 3.2.2 和 3.2.3 节, 计算得到正负向梯度点位在各时序段下的 TFT 开关实际工作状态 (V_{gs}, V_{ds})。以负向梯度 $V_{gl_TCON} = -20$ V 为

例, 各时序段的实际工作状态 (V_{gs}, V_{ds}) 如表 2 所示。定义: $V_s = \min(V_{\text{像素端}}, V_{\text{数据线端}})$, $V_d = \max(V_{\text{像素端}}, V_{\text{数据线端}})$, 正帧周期为像素电压处于正极性时段, 负帧周期为像素电压处于负极性时段。

表 2 各时序段的 TFT 开关实际工作状态 (V_{gs}, V_{ds})
Tab.2 Actual working state of TFT in sequence of Fig.2

①	时序	V_{gl_TCON}	V_{gl_GOUT}	$V_{\text{数据线端}}$	$V_{\text{像素端}}$	V_{gs}	V_{ds}	灰阶变化
正帧	t_3	-20	-17.8	11.3	11.3	-29.1	0	—
	t_4	↑	↑	15.5	11.3	-29.1	4.2	亮
	t_1	↑	↑	0	11.3	-17.8	11.3	暗
	t_2	↑	↑	3.7	11.3	-21.5	7.6	暗+
负帧	t_3	↑	↑	3.7	3.7	-21.5	0	—
	t_4	↑	↑	0	3.7	-17.8	3.7	亮
	t_1	↑	↑	15.5	3.7	-21.5	11.8	暗
	t_2	↑	↑	11.3	3.7	-21.5	7.6	暗+

(2) 通过 TFT 特性测试设备得到各点位 TFT 开关实际工作状态下的 I_d - V_g 转移特性曲线, 提取对应 V_{gl_GOUT} 下的电流值, 加权求和得到总体漏电流 I_{off_total} 。

4 实验结果与讨论

4.1 正向 V_{gl_TCON} 对漏电流的影响

(1) 不同 V_{gl_TCON} , 正向梯度各测点总体漏电流 I_{off_total} 变化趋势如图 7 所示。由图可知, V_{gl_TCON} 梯度自 -2.5 V 到 -4.0 V 变化时, 各测点总体漏电流 I_{off_total} 均逐渐较小, 说明其向最佳 V_{gl} 电压靠近。基于 TFT 转移特性曲线特征, 即曲线的最低点一般在 -12 V 左右, V_{gl} 电压向最低点趋近时, 漏电流逐渐减小, V-CT 现象逐渐变轻。不同梯度电压下, 点位位置自 1-1 到 1-4 变化时, I_{off_total} 逐渐增大, 说明 TFT 特性逐渐变差。其中 1-4 漏电流最大, 特性最差。此 I_{off_total} 渐变规律可较好地匹配面板中不良现象的轻重梯度。

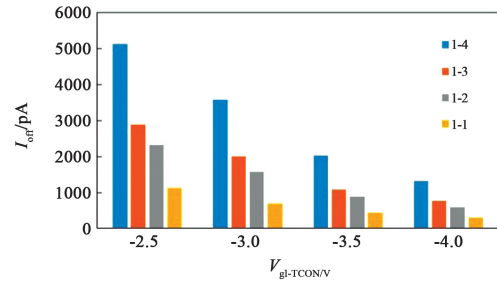


图 7 正向测点不同 V_{gl_TCON} 下 I_{off_total} 的变化趋势
Fig.7 I_{off_total} under different V_{gl_TCON} (positive point)

(2) 对于正向梯度, 计算正负帧各时序段 TFT 实际工作状态 (V_{gs}, V_{ds}) 下的漏电流大小, 结果如图 8 所示。负帧 t_4 时序段对像素电压的拉动使灰阶发亮, 正帧 t_1 时序段对像素电压的拉动使灰阶发暗。由 3.2.1 节可知现象总体发暗, 且后者的漏电流绝对值较大。可认为正帧 t_1 时序段为其主导工作状态, 对应的 (V_{gs}, V_{ds}) = ($V_{gl_GOUT} - V_{\text{pixel_255-}}, V_{\text{pixel_127+}} - V_{\text{pixel_255-}}$)。带入公式 (1) 得:

$$(V_{gs}, V_{ds}) = \{(-0.034 V_{gl_TCON} + 0.7) \times H_{\text{扫描行}} / 2160 + (0.96 V_{gl_TCON} + 0.4) - V_{\text{pixel_255-}}, (V_{\text{pixel_127+}} - V_{\text{pixel_255-}})\}, \quad (2)$$

其中:式 $V_{\text{pixel_255-}}$ 为 L255 灰阶负极性电压;
 $V_{\text{pixel_127+}}$ 为 L127 灰阶正极性电压。

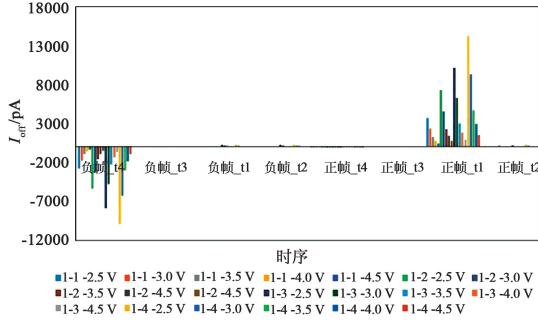


图 8 正向梯度各时序段漏电流大小

Fig.8 Leakage current of each sequence segment of positive gradient

4.2 负向 $V_{\text{gl_TCON}}$ 对漏电流的影响

(1)不同 $V_{\text{gl_TCON}}$,负向梯度测点 $I_{\text{off_total}}$ 变化趋势如图 9 所示。各点加权平均后的总体转移特性曲线的最低点不同,其中 2-2,2-3,2-4 最低点位于 $(-14 \text{ V}, -12 \text{ V})$,2-1 最低点位于 $(-16 \text{ V}, -14 \text{ V})$ 之间。由图可以看到,当 $V_{\text{gl_TCON}}$ 自 -20 V 向 -14 V 逐渐增大时,即 $V_{\text{gl_GOUT}}$ 自 -17.8 V 增大为 -12 V ,2-2,2-3,2-4 点位的总体漏电流 $I_{\text{off_total}}$ 呈现先减小后增大或者持续减小的趋势。而 2-1 点位则会提前达到最小值。当梯度电压在

$(-20 \text{ V}, -16 \text{ V})$ 区间时,点位位置从 2-1 到 2-4,总体漏电流 $I_{\text{off_total}}$ 逐渐增大,说明区域特性逐渐变差。当梯度电压为 -14 V 时,2-1,2-2,2-3 点位的关态特性较好,漏电流较小。仅 2-4 点位有 V-CT 现象发生,漏电流也相对较大。该负向测点的 $I_{\text{off_total}}$ 变化趋势同样符合负向梯度曲线 V-CT 现象的发生规律。

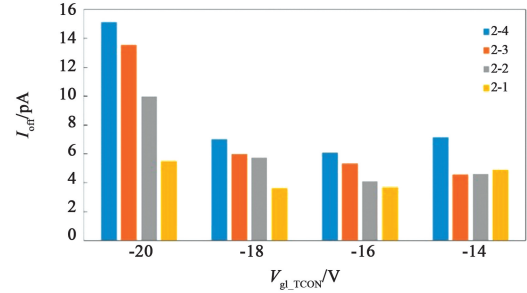


图 9 不同 $V_{\text{gl_TCON}}$ 负向测点 $I_{\text{off_total}}$ 变化趋势

Fig.9 $I_{\text{off_total}}$ under different $V_{\text{gl_TCON}}$ (negative point)

(2)对于负向梯度,计算正负帧各时序段 TFT 实际工作状态 ($V_{\text{gs}}, V_{\text{ds}}$) 下的漏电流大小,结果如图 10 所示。根据正负帧各时序段作用方向及漏电流大小可知:

(a)对于 TFT 关态特性较差的 2-2,2-3,2-4 点位,负帧 t_1 时序段为其主导工作状态,对应的 $(V_{\text{gs}}, V_{\text{ds}}) = (V_{\text{gl_GOUT}} - V_{\text{pixel_127-}}, V_{\text{pixel_255+}} - V_{\text{pixel_127-}})$

$$(V_{\text{gs}}, V_{\text{ds}}) = \{ [(-0.034 V_{\text{gl_TCON}} + 0.7) \times H_{\text{扫描行}} / 2160 + (0.96 V_{\text{gl_TCON}} + 0.4) - V_{\text{pixel_127-}}], (V_{\text{pixel_255+}} - V_{\text{pixel_127-}}) \}, \quad (3)$$

带入公式(2)得:

其中: $V_{\text{pixel_255+}}$ 为 L255 灰阶正极性电压;
 $V_{\text{pixel_127-}}$ 为 L127 灰阶负极性电压。

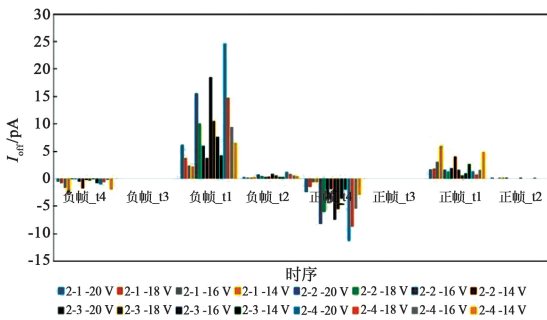


图 10 负向梯度各时序段漏电流大小

Fig.11 Leakage current of each sequence segment of negative gradient

(b)对于关态特性较好的 2-1 点位,当 $V_{\text{gl_TCON}}$ 在 $(-20 \text{ V}, -18 \text{ V})$ 区间时,主导状态同为负帧 t_1 时序段。当 $V_{\text{gl_TCON}}$ 在 $(-16 \text{ V}, -14 \text{ V})$ 区间时,正帧 t_1 时序段为主导状态,对应的 TFT 工作状态为: $(V_{\text{gs}}, V_{\text{ds}}) = (V_{\text{gl_GOUT}} - V_{\text{pixel_255-}}, V_{\text{pixel_127+}} - V_{\text{pixel_255-}})$ 。

4.3 影响 V-CT 的主要因素

在产品开发过程中,各验证条件投入品质信赖性评价前,一般会进行 V_{gl} 余量 (Margin) 测试。具体方法为:在高温信赖性评价环境下,通过外加直流的方式调节 $V_{\text{gl_TCON}}$ 电压值,观测各画面 V-CT 或其他不良复现情况。各画面的 V_{gl} 余量测试结果表现形式一般为 $(V_{\text{gl_默认值}} - b, V_{\text{gl_默认值}} + a)$,其中 $a, b \geq 0 \text{ V}$,分别称为正负向

余量。该测试主要目的为评价产品条件的高温初始特征。

对于信赖性评价而言,需要考虑高温初检及终检两个状态。本文漏电流的评估是基于高温条件下的 I_d - V_g 转移特性曲线,可说明高温初检状态。而因为特性曲线阈值电压(V_{th})随信赖性时间的延长逐渐向左漂移,所以终检状态亦可由其近似。由 4.1 节可知,正向梯度下,正帧 t_1 时序段为其主导工作状态,即该状态的漏电流越小,正向余量越大,即 a 值越大。对于正向梯度而言,漏电流随 V_{gl} 电压值的增大而增大,所以可以用梯度区间中的某一 V_{gl} 电压的漏电流值 I_{off} 来表征 TFT 关断特性的优劣。将通过 TFT 特性测试获得的各面板光照漏电流 $I_{off}(-8\text{ V})$ (V_{gl} 电压为 -8 V 时的光照漏电流值)和经 V_{gl} 余量测试得到的各面板的 a 值进行关联,得到图 11。由图可知,各面板 V_{gl_TCON} 正向余量伴随面内光照漏电流 $I_{off}(-8\text{ V})$ 的增大而减小。其中, A1、B2、C2 为 G10.5 代线

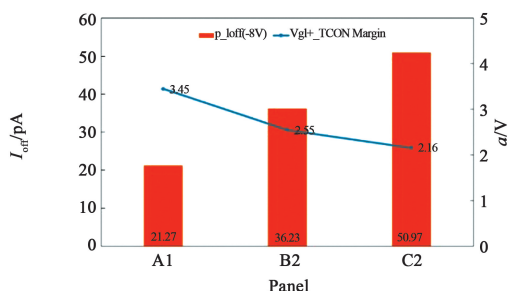


图 11 V_{gl+_TCON} 余量同光照漏电流 $I_{off}(-8\text{ V})$ 间的关系

Fig.11 Relationship between V_{gl+_TCON} margin and the leakage current under the photo $I_{off}(-8\text{ V})$

6 切的 1 905 mm(75 in)面板。此结果较好验证了以上理论。

因此,对于 CT-SEC 画面,高温初始及长期信赖性条件下,V-CT 不良的发生同面板面内光照漏电流 $I_{off}(V_{gl_GOUT}-V_{pixel_255-})$ 强相关。

5 结 论

针对客户端评价画面 CT-SEC 发生 V-CT 不良进行了研究,得到以下结果:(1)对于正负向梯度, I_{off_total} 渐变规律均可较好匹配面板不良现象轻重梯度。说明漏电流同 V-CT 现象正相关。(2)对于正向梯度,正帧 t_1 时序段为其主导工作状态。对于负向梯度的 2-2, 2-3, 2-4 点位,负帧 t_1 时序段为其主导工作状态。对于 2-1 点位,当 V_{gl_TCON} 在 $(-20\text{ V}, -18\text{ V})$ 区间时,负帧 t_1 时序段为其主导工作状态;当 V_{gl_TCON} 在 $(-16\text{ V}, -14\text{ V})$ 区间时,正帧 t_1 时序段为主导状态。说明正负向梯度影响 V-CT 的主导状态(V_{gs} , V_{ds})存在差异。(3)在实际大尺寸 TFT-LCD 产品设计中, V_{gl} 电压一般设置在正向梯度区间。所以,高温初始及长期信赖性条件下,V-CT 不良的发生同面板面内光照漏电流 $I_{off}(V_{gl_GOUT}-V_{pixel_255-})$ 强相关。

通过本文的分析可以看出,影响 CT-SEC 画面发生 V-CT 的主要因素为状态(V_{gs} , V_{ds})= $(V_{gl_GOUT}-V_{pixel_255-}, V_{pixel_127+}-V_{pixel_255-})$ 下的漏电流。后续通过调节 TFT 特性工艺条件,降低 I_d - V_g 转移特性曲线中光照漏电流 $I_{off}(V_{gl_GOUT}-V_{pixel_255-})$ 的大小,进而达到解决 V-CT 不良的目的。

参 考 文 献:

- [1] 廖燕平,王军.薄膜晶体管(TFT)及其在平板显示中的应用[M].北京:电子工业出版社,2008.
LIAO Y P, WANG J. *The Principle and Application of TFT-LCD in Flat Panel Display* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008. (in Chinese)
- [2] LIBSCH F R. Understanding crosstalk in high-resolution color thin-film transistor liquid crystal displays [J]. *IBM Journal of Research and Development*, 1998, 42(3-4): 14.
- [3] TAKAHASHI S, SHIBATA S, GONDO K, *et al.* Analysis of area-distributed crosstalk phenomena in large-area TFT-LCDs [C]//*Proceedings of the SID Symposium Digest of Technical Papers*. SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY, 1994: 463.
- [4] LIN J S, YANG K H, CHEN S H. A high-aperture-ratio and low-crosstalk pixel structure design for in-plane-switching-mode TFT-LCDs [J]. *Journal of the Society for Information Display*, 2004, 12(4): 533-537.
- [5] EGELHAAF J, LUEDER E. A reflective AMLCD with high-aperture-ratio and suppressed crosstalk [J]. *ITG-*

- Fachbericht*, 2001, 165:369-S372.
- [6] SERVATI P, NATHAN A, SAZONOV A. A physically-based SPICE model for the leakage current in a-Si : H TFTs accounting for its dependencies on process, geometrical, and bias conditions [C]// *Material Research Society*. San Francisco, CA, USA. 2000:A2831-A2836.
- [7] 刘远,姚若河,李斌.非晶硅薄膜晶体管的泄漏电流模型[J].微电子学,2011,41(1):150-154.
LIUY, YAO R H, LI B. Modeling of leakage current in amorphous Si thin-film transistors [J]. *Microelectronics*, 2011, 41(1):150-154(in Chinese).
- [8] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2008.
MA Q G. *The Principle and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011. (in Chinese)
- [9] 肖文俊.薄膜晶体管液晶显示器的串扰研究[D]. 北京:北京交通大学, 2014.
XIAO W J. A research on crosstalk in TFT-LCDs [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2014.(in Chinese)
- [10] 京东方科技集团股份有限公司.一种显示面板、显示装置和调整显示面板串扰的方法:中国,CN107316620A [P].2017.
- [11] 周焱.一种可预测 TFT-LCD 垂直串扰水平的定量分析方法[J].液晶与显示,2019,34(4):366-378.
ZHOU Y. Aquantitative analysis method for predicting vertical crosstalk level in TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2019, 34(4):366-378. (in Chinese)
- [12] SCHADT M, HELFRICH W. Voltage-dependent optical activity of a twisted nematic liquid crystal [J]. *Applied Physics Letters*, 1971, 18(4):127-128.

作者简介:



刘俊(1989—),男,湖北黄石人,硕士,高级工程师,2016 年于福州大学获得硕士学位,主要从事 TFT-LCD 产品研发设计。E-mail:15859120642@163.com