

文章编号:1007-2780(2015)02-0296-04

基于馈通电压自动补偿的 OLED 电性能 测试波形设计研究

刘志军¹, 侯红兵², 李金泰¹, 詹家豪¹

(1. 广州航海学院 船舶工程系, 广东 广州 510725;

2. 惠州市仲恺高新技术投资控股有限公司, 广东 惠州 516006)

摘要:常规馈通电压计算原理涉及到 OLED 体的电容值,不同型号 OLED 产品电容值是个变量,为了得到最佳的电容值, OLED 制造企业测试部门需做大量的验证实验。本文直接通过栅极电压上拉使 OLED 体的储存电容产生馈通电压来补偿栅极电压关闭时栅极和漏极之间寄生电容产生的馈通电压,无需测量 OLED 体的电容值和修正 V_{com} 值即可补偿栅极电压关闭时栅极和漏极之间的寄生电容产生的馈通电压。实验结果表明,基于馈通电压自动补偿原理设计的 Shorting Bar Test Waveform 与 V_{com} 人工修正原理设计的电性能测试波形的检测效果一致,而对不同缺陷的检测率有微小差异。

关键词: OLED; 电性能测试; 波形测试; 电压补偿

中图分类号: TN321+.5 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20153002.0296

Design of OLED shorting bar testing waveform based on feed through voltage compensation principle

LIU Zhi-jun¹, HOU Hong-bing², LI Jin-tai¹, ZHAN Jia-hao¹

(1. *Guangzhou Maritime Institute, Department of Shipbuilding Engineering,*
Guangzhou 510725, China;

2. *Huizhou Zhongkai hi-tech Klc Holdings Ltd, Huizhou 516003, China)*

Abstract: The conventional calculation principle for the feed through voltage relates to capacitance values of OLED body, and capacitance values of different OLED products is variable. A lot of experiments must be done by testing department of OLED manufacturing enterprise in order to get the best capacitance values of OLED body. This paper directly pulls up gate voltage, and then the storage capacitor of OLED body produces a feed through voltage to compensate the feed through voltage generated by the parasitic capacitance between the gate and the drain as the gate voltage closing. Experiment result shows that the total detection rate using the testing waveform based on automatic compensation principle or conventional compensation is consistent, and there is little difference on the detection rate of different defects.

Key words: OLED; electrical performance testing; testing waveform; voltage compensation

收稿日期: 2014-03-21; **修订日期:** 2014-04-18.

基金项目: 2014 年广东省教育厅科技创新项目 (No. 2013KJCX0195); 广东省现代信息服务业发展专项资金项目 (No. GDEID2011IS061)

* 通信联系人, E-mail: mrluizj@163.com

1 引言

OLED 属主动发光型显示器,具有节能、超薄等特性,在移动产品领域呈替代 TFT LCD 趋势。在 OLED 生产过程中,电性能测试是产品生产过程中的一道重要的品检工序。在 OLED 面板刻蚀、封装后,需进行 OLED 综合电性能的检测,把不良品筛选出来,防止不合格品进入下工序(帮定/COG)^[1],否则会导致下工序驱动 IC、FPC 等材料的浪费。OLED 综合电性能缺陷主要有:Mura、缺划、断路、短路、亮点、连线 and 灭点等^[2]。缺陷产生根源在于 OLED 制造过程栅极、源极的短路或断路,以及 OLED 盒中混入的异物和 OLED 材料异常等。但综合电性能测试工序的测试波形设计是否合理,对检测能力影响很大,因此在 OLED 新型号产品试产时,OLED 制造企业需进行大量的电性能测试波形优化实验,以获得最佳的测试波形。测试波形的各个测试参数的获取过程中,馈通电压补偿量的获得过程较为复杂,目前 OLED 制造企业一般采用常规的二阶驱动原理来设计测试波形,计算 C_{gd} 的馈通电压,通过修正值以抵消 C_{gd} 的馈通电压的影响^[3-5],否则测试画面将出现闪屏,影响检测效果,严重的将影响测试画面的质量。

常规的馈通电压计算涉及到参数 C_{lc} ,而不同型号的 OLED 产品 C_{lc} 是个变量,为了得到最佳的 C_{lc} 值,OLED 制造企业测试部门需消耗大量的人力进行验证实验^[6],这有必要探寻一种无需获得 C_{lc} 值即可补偿 C_{gd} 的馈通电压的综合电性能测试波形设计方法。

本文直接上拉栅极电压使 C_s 产生馈通电压,以补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的馈通电压。这样在电性能测试波形设计时就无需测量 C_{lc} 值和修正 V_{com} 电压,大大简化了测试波形的设计。

2 常规馈通电压补偿原理

单点 OLED 的等效电路见图 1^[4]。基于目前常用的驱动原理设计电性能测试驱动波形时涉及多个馈通电压的计算和实验,但影响最大的是 C_{gd} 产生的馈通电压:

$$V_{gd} = \frac{-V_g C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s}, \quad (1)$$

式中: V_g 为 OLED 栅极驱动使能电压; C_{gd} 为栅极和漏极之间的寄生电容; C_{lc} 为 OLED 体的电容; C_s 为储存电容^[1]。

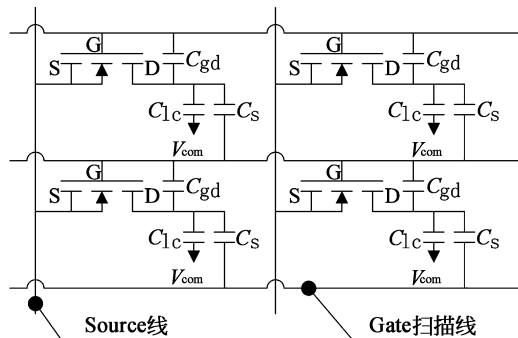


图1 单点 OLED 等效电路图

Fig. 1 Equivalent circuit of a dot of OLED

目前常用的驱动原理设计电性能测试波形需修正 V_{com} 的值,以补偿 C_{gd} 产生的馈通电压 V_{gd} ,由于不同型号产品的 C_{lc} 值不同,需进行大量实验来获得 C_{lc} 的值。因此期望在不修正 V_{com} 电压的情况下通过其他方式来补偿 C_{gd} 产生的馈通电压^[5]。

OLED 电性能测试波形设计中,馈通电压自动补偿的基本原理是用由 C_s 产生的馈通电压来补偿由 C_{gd} 所产生的馈通电压。图 2 是 OLED 电性能测试波形设计中基于馈通电压自动补偿原理实现的 Gate 扫描电压波形,基于馈通电压自动补偿原理实现的 OLED 驱动波形与常规驱动波形不同之处主要在于: C_{gd} 补偿下的 Gate 使能电压波形呈现三阶电压,当 Gate 使能电压关闭时把 Gate 使能电压拉到最低,等下一条 Gate 使能线关闭后再将前一条 Gate 使能电压拉回,这个拉回电压刚好补偿下一条 Gate 使能线产生的馈通电压,也即每一条 Gate 使能关闭时 C_{gd} 产生的馈通电压由上一条 Gate 使能线电压拉回时 C_s 产生的馈通电压来补偿。因此基于馈通电压自动补偿设计综合电性能测试波形时,上一条 Gate 使能线拉回电压值的计算为解决问题的关键。基于常规综合电性能测试波形设计的馈通电压的计算公式,在馈通电压补偿中由 C_{gd} 产生的馈通电压

$$V'_{gd} = \frac{(V_{g-high} - V_{g-low})C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s}, \quad (2)$$

式中: V_{g-high} 和 V_{g-low} 分别为 Gate 扫描线 On 与 Off 的电压值。

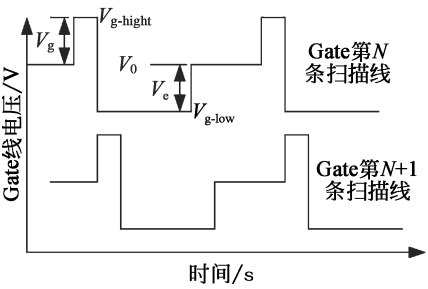


图 2 C_{gd} 馈通电压自动补偿 Gate 使能线的驱动波形
Fig. 2 Gate scans line driver waveform based on feed through Gate voltage automatic compensation

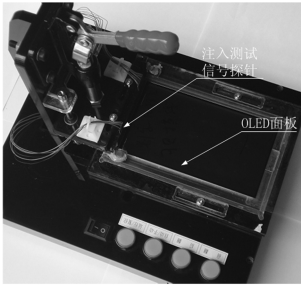


图 3 OLED 电性能测试实物图
Fig. 3 OLED E-testing physical figure

由 C_s 产生的馈通电压:

$$V_s = \frac{(V_0 - V_{g-low})C_s}{C_{gd} + C_{lc} + C_s}, \quad (3)$$

式中: V_0 与 V_{g-low} 分别为上一条 Gate 线电压拉回前与拉回后的幅值。

为使 C_{gd} 和 C_s 两者产生的馈通电压抵消 Gate 拉回的馈通电压, 故 $\frac{(V_0 - V_{g-low})C_s}{C_{gd} + C_{lc} + C_s} = \frac{(V_{g-high} - V_{g-low})C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s}$, 结合 $V_e = V_0 - V_{g-low}$ 和 $V_g = V_{g-high} - V_{g-low}$ 得

$$V_e = \frac{V_g C_{gd}}{C_s - C_{gd}}. \quad (4)$$

由式(3)可见, 虽然 C_{lc} 会影响馈通电压 V_s , 但是在式(4)中未出现 C_{lc} 变量。因此当 OLED 基板制造工艺与 Gate 使能线的 on 电压确定后, 无需 C_{lc} 值即可精确计算出拉回电压 V_e 。

3 实 验

3.1 实验设计

检测对象: 国内某 OLED 生产的 SO8OA3 型切割小片面板(未绑定 IC), 该型号面板的理论测试波形见图 4(源自 SO8OA3 型产品的 Shorting Bar 规格书), OLED 面板样件源于模组产品电性能测试工序检测出的不良品, 再卸掉 IC、FPC 和 ACF 等, 由于实验样本源自成品模组电性能测试工序的不良品, 其缺陷的类型和位置都已经标定; 数量: 2 749 片; 检测仪器: OLED 电性能测试波形发生仪器, 为本研究团队开发的 TFT LCD 电性能测试波形自动发生仪(专利号: ZL200920052079.7)^[7]。图 3 为测试过程测试对象在测试治具上测试的实物图。

3.2 理论计算

OLED 面板设计后其工艺和元器件参数必然已知, 对 SO8OA3 型产品有 $C_{gd} = 0.05 \text{ pF}$; $C_{lc} = 0.1 \text{ pF}$; $C_s = 0.5 \text{ pF}$; $V_{com} = 5 \text{ V}$; 如图 3 知 Gate 线驱动 on 电压 $V_g = 28 \text{ V}$ 。基于式(1)得 $V_{gd} = \frac{-28 \times 0.05}{0.05 + 0.1 + 0.5} = -2.15 \text{ V}$, 即 V_{com} 的修正电压为 $2.15(\text{V})$ 。图 4 为 V_{com} 修正后 SO8OA3 型面板的实际 Cell Light-On Test Waveform (Shorting bar)。基于式(4)得 Gate 使能驱动拉回电压 $V_e = \frac{28 \times 0.05}{0.5 - 0.05} = 3.1 \text{ V}$, 即 Gate 使能驱动拉回电压 V_e 为 3.1 V , 图 5 为馈通电压补偿方式获得的 SO8OA3 型面板 Cell Light-On Test Waveform (Shorting bar)。

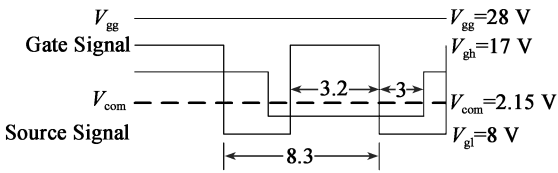


图 4 V_{com} 修正后 Cell Light-On Test Waveform
Fig. 4 Cell light-on the test waveform after been corrected

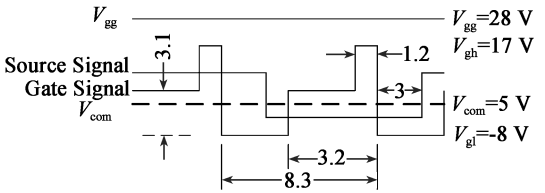


图 5 自动补偿后 Cell Light-On Test Waveform
Fig. 5 Cell light-on the test waveform after been compensated automatically

4 实验数据分析

4.1 系统总体设计

分别基于图 4、图 5 中的 Cell Light-On Test Waveform 对 2 749 个实验样本进行测试,检测结果统计见表 1,由测试过程的现象和表 1 可见。

表 1 两种 Cell Light-On Test Waveform 的检测效果
Tab.1 Checking result of two driving modes

Driving 缺陷样品数		缺陷类型				
Modes	与检测数	Mura	灰点	缺笔	异显	总计
常规补 偿驱动	该类样品数	971	1113	556	109	2749
	检测数	966	1108	556	109	2739
	检测率(%)	99.4	99.5	100	100	99.6
自动补 偿驱动	该类样品数	971	1113	556	109	2749
	检测数	964	1110	556	109	2739
	检测率(%)	99.2	99.7	100	100	99.6

(1)基于自动补偿原理实现 Cell Light-On Test Waveform,OLED 企业免除了 C_{lc} 获取实验过程,其检测效果和常规驱动原理设计的电测波形一样;(2)基于自动补偿实现的 Cell Light-On Test Waveform 测试画面与常规方法一致,未出现闪动情况。

5 结 论

将馈通电压自动补偿原理应用于 OLED 综合电性能测试波形的设计,直接上拉栅极电压,以 C_s 产生的馈通电压补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的馈通电压。与常规的综合电性能测试波形设计时需要修正 V_{com} 值来补偿 C_{gd} 产生的馈通电压的设计原理相比,不需要获得 C_{lc} 值,以及修正 V_{com} 值即可补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的馈通电压。对 2 749 片实验样片进行了测试,实验结果表明基于自动补偿原理设计的综合电性能测试波形和常规补偿原理设计的电测波形的检测率一致,而对不同类型缺陷的检测率有微小差异。

参 考 文 献:

[1] 李拥军,于涛,侯文卓,等.液晶测试信号源的设计与实现[J].液晶与显示,2006,21(1):73-76.
Li Y J, Yu T, Hou W Z, et al. Design and implementation of a signal generator for liquid crystal module testing [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2006, 21(1): 73-76. (in Chinese)

[2] 唐惠玲,徐虎,翁文威,等.测试参数可视化设置的 TFT-LCD 电性能检测系统设计[J].液晶与显示,2012,12(6):856-860.
Tang H L, Xu H, Qiu X B. Design of electric performance testing system for TFT-LLCD with visual parameter configuration [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 12(6):856-860. (in Chinese)

[3] 高鸿锦,董友梅.液晶与平板显示技术[M].北京:北京邮电大学出版社,2007:202-232.
Gao H J, Dong Y M. *LCD and Panel Display Technology* [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2007:202-232. (in Chinese)

[4] Meinstein K, Ludden C, Hagge M. et al. A low-voltage source driver for column inversion applications [C]// *SID'96 Digest, San Diego, USA:SID*, 1996:255-258.

[5] 王摇丽,吴晓明,华玉林,等.插入电荷控制层对蓝色 OLED 发光性能的提高[J].发光学报,2014,35(1):84-89.
Wang L, Wu X M, Hua Y L. Improvement of performance of a blue organic light-emitting diode by inserting charge control layers [J]. *Chinese Journal of Luminescence*, 2014, 35(1):84-89. (in Chinese)

[6] International Electro technical Commission. IEC61747-6-2004. Liquid crystal and solid-state display devices, Part 6:Measuring methods for liquid crystal modules-Transmissive type [S]. IEC,2004.

[7] 唐惠玲,刘汉瑞,刘志军.一种 TFT LCD 可编程综合性能电测仪:中国,ZL200920052079.7[P].2009.
Tang H L, Liu H R, Liu Z J. A kind of TFT LCD electric performance testing instruments: China, ZL200920052079.7[P]. 2009. (in Chinese)