

文章编号:1007-2780(2009)04-0606-04

三阶驱动原理在 TFT LCD 电测波形设计中的应用

唐惠玲¹,刘志军²,何红宇¹

(1. 广东工业大学 物理与光电工程学院, 广东 广州 510090, E-mail: huiguit@163. com;
2. 华南理工大学 机械与汽车工程学院, 广东 广州 510641)

摘 要: 将三阶驱动原理应用于 TFT-LCD 电测波形的设计,并通过实验验证了其有效性。设计过程中,直接通过栅极电压上拉,将 C_s 产生的 Feed Through 电压用来补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压。这样无需通过修正 V_{com} 电压来补偿(栅极电压关闭时产生的 Feed Through 电压),避免了获取 C_{lc} 参数难的问题。

关 键 词: 薄膜晶体管液晶显示器;三阶驱动;测试波形

中图分类号: TN321⁺.5 **文献标识码:** A

1 引 言

在 TFT-LCD 的生产中,电性能检测是非常重要的一个环节。在液晶盒制造完成后,需要通过检测将不良品剔除,以免其进入下道工序——模组^[1-4],造成偏振片、IC 等更多材料的浪费。TFT-LCD 不良现象的表现主要是断线、连线、亮点、灭点和灰度不均,导致的原因则是制造过程中产生的 TFT 栅极短路和断路、源极的短路和断路、液晶盒中混入的灰尘等。

在电测工序中,测试波形对测试效果有直接的影响,因此在量产前,工厂要反复试验,不断优化测试波形,以达到最佳测试效果。目前,TFT-LCD 企业普遍采用二阶驱动原理来设计测试波形,应用二阶驱动原理来计算 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压,并通过修正 V_{com} 来抵消其影响。基于二阶驱动原理来计算 Feed Through 电压需要使用参数 C_{lc} ,而不同产品的 C_{lc} 值是不同的^[5],为了得到精确的 C_{lc} 值,测试部门必须做大量的实验。因此,有必要探寻一种简便的方法,无需使用 C_{lc} 值即可补偿 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压。

本文将三阶驱动原理应用于 TFT-LCD 电测波形的设计,直接利用栅极电压上拉使 C_s 产生的 Feed Through 电压来补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压,这样就无需测量 C_{lc} 值,也无需修正 V_{com} 电压。

2 TFT-LCD 电测三阶驱动原理

单管 TFT 的等效电路图如图 1 所示。

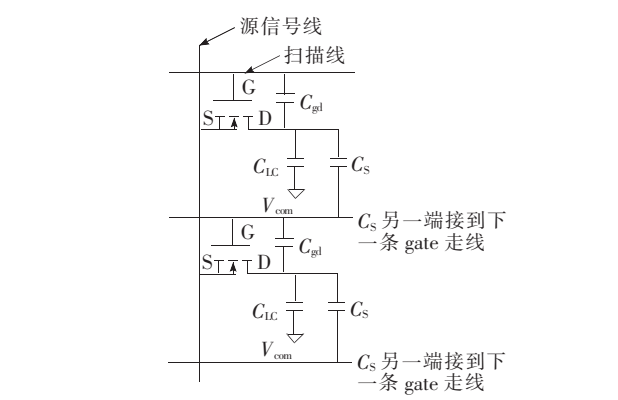


图 1 单管 TFT 等效电路图
Fig. 1 Equivalent circuit of a single TFT

基于二阶驱动原理设计电测驱动波形时有多种 Feed Through 电压^[6],但影响最大的是由 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压 V_{gd2} :

$$V_{gd2} = \frac{-V_g C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s} \quad (1)$$

式中, V_g 为栅极走线打开电压; C_{gd} 为栅极与漏极间的寄生电容; C_{lc} 为液晶电容; C_s 为储存电容^[1]。

由于基于二阶驱动原理设计电测波形时需修正 V_{com} 电压,以补偿 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压 V_{gd2} ,但是不同产品的 C_{lc} 值是不同的,需要通

过大量实验来确定。因此便有了三阶驱动的设计要求,期望在不修正 V_{com} 电压的情况下,通过其它方式来补偿 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压^[7]。

三阶驱动原理的基本思想就是利用由 C_s 所产生的 Feed Through 电压来补偿由 C_{gd} 所产生的 Feed Through 电压。图 2 是三阶驱动栅极电压波形^[8],从图中可知,三阶驱动波形与二阶驱动波形不同之处在于:三阶驱动下的栅极驱动电压波形为三阶电压。当栅极电压关闭时,会将电压拉到最低的电压,等到下一条栅极驱动走线也关闭后,再将电压拉回。而这个拉回电压,刚好补偿下一条栅极走线的 Feed Through 电压,即每一条栅极走线关闭时,经由 C_{gd} 所产生的 Feed Through 电压是由上一条栅极走线电压拉回时使 C_s 产生的 Feed Through 来补偿的。由此,基于三阶驱动原理设计电测波形时,上一条栅极走线拉回电压值的计算就成了解决问题的关键。结合二阶驱动的 Feed Through 电压的计算公式,在三阶驱动中,由 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压为 V_{gd3} :

$$V_{gd3} = \frac{(V_{g-high} - V_{g-low})C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s} \tag{2}$$

式中, V_{g-high} 与 V_{g-low} 分别为栅极走线打开与关闭的电压。

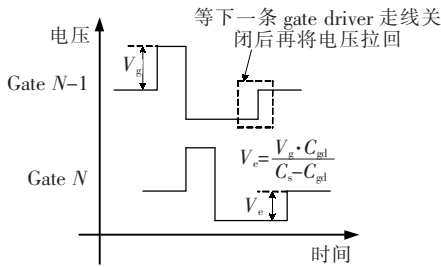


图 2 三阶驱动栅极电压波形

Fig. 2 Three-stage driver gate driver waveform

由 C_s 产生的 Feed Through 电压为 V_s :

$$V_s = \frac{(V_{p2} - V_{p1})C_3}{C_{gd} + C_{lc} + C_s} \tag{3}$$

式中, V_{p2} 与 V_{p1} 分别为上一条栅极走线电压拉回前与拉回后的幅值。

为使 $V_{gd3} = V_s$,使两者互相抵消,需拉回的电压为 V_e :

$$V_e = V_{p2} - V_{p1} = \frac{(V_{g-high} - V_{g-low})C_{gd}}{C_s}$$

从图 2 可知,

因为, $V_{g-high} - V_{g-low} = V_g + V_e$,

所以,需拉回的电压 $V_e = \frac{(V_g + V_e)C_{gd}}{C_s}$,故:

$$V_e = \frac{V_g C_{gd}}{C_s - C_{gd}} \tag{4}$$

由上述公式的推导过程发现,虽然 C_{lc} 会影响 Feed Through 电压的大小,但是在公式(4)中, C_{lc} 的影响就不见了。因此当基板制造工艺与栅极驱动的打开电压确定之后,无需 C_{lc} 值,就可以精确地计算出所需要的拉回电压 V_e 。

3 实 验

3.1 实验条件

(1) 实验对象:国内某工厂的 4.5 cm(1.77 in)TFT-LCD;

(2)数量:1 000 片;

(3)实验对象的来源:模组电测工序检测出的不合格品,再卸除 IC、FPC 和 ACF 就得到实验的基板。

(4)实验对象特征:由于实验对象来自成品模组电测工序的不合格品,其缺陷类型、位置已知。

(5)实验仪器:本研究团队开发的 TFT-LCD 综合电性能测试波形发生仪(专利受理号:200920052079.7)。

3.2 实验电路图

基于以上实验条件,所设计的测试设备接线电路图如图 3 所示。

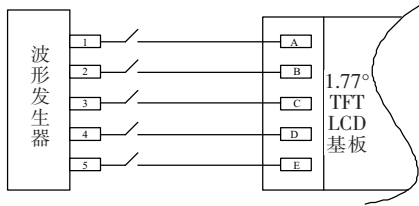


图 3 测试实验接线图(1,2:栅极信号输出端;3:源极信号输出端;4: V_{com} 信号输出端;5:栅极开关信号输出端;A:栅极奇行信号输入;B:栅极偶行信号输入;C:源极信号输入;D: V_{com} 信号输入;E:栅极开关信号输入端.)

Fig. 3 Wiring diagram of testing experiment

3.3 理论值计算

实验对象来自国内某工厂的 4.5 cm(1.77 in) TFT- LCD,其工艺和元器件参数已知: $C_{gd} = 0.05$ pF; $C_{lc} = 0.1$ pF(该值由工厂通过实验获得); $C_s = 0.5$ pF;栅极驱动的打开电压 $V_g = 21$ V。

基于二阶驱动原理,由式(1)可得, C_{gd} 产生的
Feed Through 电压为 V_{gd2} :

$$V_{gd2} = \frac{-V_g C_{gd}}{C_{gd} + C_{lc} + C_s} = \frac{-21 \times 0.05}{0.05 + 0.1 + 0.5} = -1.62 \text{ V}$$

即 V_{com} 修正量为 -1.62 V 。

基于三阶驱动原理,由式(4)可得,栅极驱动

的拉回电压为 V_e :

$$V_e = \frac{V_g C_{gd}}{C_s - C_{gd}} = \frac{21 \times 0.05}{0.5 - 0.05} = 2.3 \text{ V}$$

即栅极驱动要拉回的电压 V_e 为 2.3 V 。

3.4 测试波形设计

基于 3.3 中的计算结果,可分别设计出基于二阶驱动原理的驱动波形和基于三阶驱动原理的驱动波形,如图 4 所示。

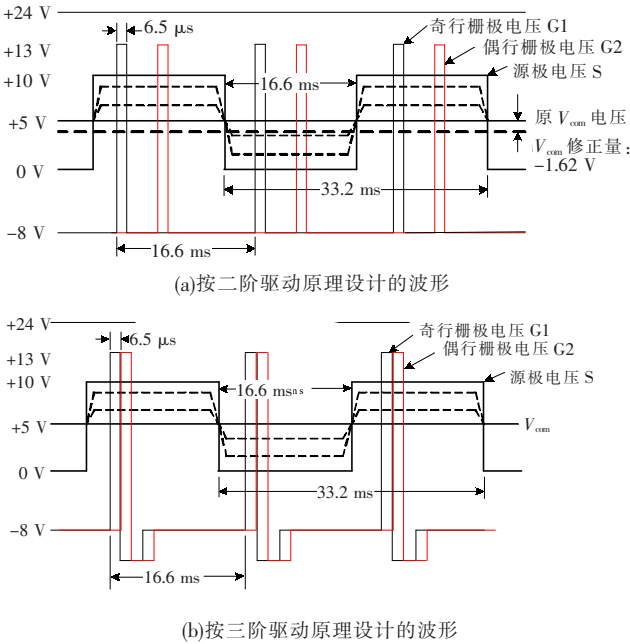


图 4 TFT LCD 测试波形
Fig. 4 Testing waveform of TFT LCD

4 结果与讨论

按照图 3 所示的测试接线图和图 4 中的二阶驱动电测波形和三阶驱动电测波形完成了对 1 000个实验样本的测试工作,三阶驱动电测界面的稳定性明显优于二阶驱动,测试统计结果如表 1 所示。

由表 1 可以看出:

(1)基于三阶驱动原理设计的电测波形和基于二级驱动原理设计的电测波形一样有效;

(2)结合二阶、三阶驱动的原理(二阶驱动中 C_{lc} 的测量值很难等于实际值,这个误差值必然会
影响 V_{com} 修正值计算的准确性)和表 1 的结果,按三阶驱动原理设计的电测波形比按二阶驱动设计

的电测波形检测效果可能更有效,由于本实验样本有限,该结论还需通过大样本实验来进一步验证。

表 1 两种驱动方式的测试记录
Table 1 Testing results of two driving modes

驱动方式	实际量与 检测量	缺陷类型			
		灰度不均	亮点	划线	总计
二阶驱动	实际量(片)	621	112	267	1 000
	检测量(片)	619	112	267	998
	百分比(%)	99.678	100	100	99.8
三阶驱动	实际量(片)	621	112	267	1 000
	检测量(片)	620	112	267	999
	百分比(%)	99.839	100	100	99.9

5 结 论

将三阶驱动原理应用于 TFT-LCD 电测波形的设计,直接通过栅极电压上拉使 C_s 产生的 Feed Through 电压来补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压。与二阶驱动相比,无

需测量 C_{lc} 值和修正 V_{com} 电压即可补偿栅极电压关闭时 C_{gd} 产生的 Feed Through 电压。对 1 000 片实验样品进行了测试对比,结果表明,基于三阶驱动原理设计的电测波形和基于二级驱动原理设计的电测波形一样有效。

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.
[2] 吴洪江,王威,龙春平. 一种 TFT-LCD Vertical Block Mura 的研究与改善 [J]. 液晶与显示,2007,22(4):427-433.
[3] 刘毅,郑学仁,王亚南,等. MATLAB 在 TFT-LCD 屏显示 MURA 缺陷检测的应用 [J]. 液晶与显示,2007,22(6):725-731.
[4] 苗延盛. TFT LCD 的过压驱动技术探讨 [J]. 液晶与显示,2007,22(6):752-757.
[5] 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.
[6] 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.
[7] International Electrotechnical Commission. IEC61747-6-2004. Liquid crystal and solid-state display devices, Part 6: Measuring methods for liquid crystal modules-Transmissive type [S]. IEC,2004.
[8] Lee Dongyou,Kim Iiho,Soh Hoesup, *et al.* A measurement and analysis method of image sticking in LCD [C]//SID 2002 Digest, New York, SID, 2002:324-327.

Application of Three-Stage Driver Principle
in Electromotive Waveform Design of TFT LCD

TANG Hui-ling¹, LIU Zhi-jun², HE Hong-yu¹

(1. School of Physics & Opto-Electronic Engineering, Guangdong University of Technology,
Guangzhou 510090, China, E-mail: huiguit@163.com;
2. School of Mechanical & Automotive, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract

Three-stage driver principle is used in the electromotive waveform design of TFT LCD and verified by the experiment. In the proposed design, when gate voltage is closed, the Feed Through voltage of C_{gd} is compensated by the Feed Through voltage of C_s . The voltage of C_s is generated by the increase of gate voltage directly. Therefore, rectify of V_{com} is unnecessary, then, the difficulty of extraction C_{lc} parameter is avoided.

Key words: TFT LCD; three-stage driver; testing waveform

作者简介:唐惠玲(1975—),女,广西都安人,硕士,讲师,主要研究工业监控和故障诊断。