

文章编号:1007-2780(2019)05-0477-05

TFT-LCD 横纹不良研究与改善

王 超*, 姚之晓

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要: 本文研究了一款 TFT-LCD HADS 产品出现的 21.4% 横纹不良。通过分析和改善研究表明, 产生横纹的根本原因是 V_{com} 反馈信号与 CLK_1 、 CLK_2 、 CLK_3 信号产生耦合效应及 V_{com} 补偿电路共同作用下, 导致 V_{com} 在栅压关闭前存在三上三下的周期性波动, 形成三行暗三行亮水平粗纹; 根据原理分析进行不良改善实验验证, 最终通过调整降低 V_{com} 补偿电路倍数, 将该不良降低至 0%。

关键词: 液晶显示屏; 横纹不良; V_{com} 补偿电路

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193405.0477

Analysis and improvement of TFT-LCD horizontal stripes defect

WANG Chao*, YAO Zhi-Xiao

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

Abstract: In this paper, we explore a kind of horizontal stripes defect which happened 21.4% in TFT-LCD HADS product. Through analysis and improvement study, the main reason for horizontal stripes defect was the coupling effect of V_{com} Feedback signal and CLK_1 , CLK_2 , CLK_3 signal, and V_{com} compensation circuit. As a result, there are three periodic fluctuations of V_{com} before Gate closing, which form three lines of dark and three lines of bright horizontal rough lines. According to the principle analysis, the defect improvement experiment is verified. Finally, by adjusting the V_{com} compensation circuit multiple, the defect is reduced to 0%.

Key words: LCD; horizontal stripes defect; V_{com} compensation circuit

1 引言

随着科技的发展, 液晶显示面板由于具有低耗能、低辐射等优点, 广泛应用于目前的显示设备, 已经成为主流平板显示器。作为信息交互的重要组成, 液晶显示面板前景十分广阔。随着人们对液晶显示技术的了解和对显示品质要求的不

断提高, 对液晶显示屏画质的要求也逐渐提高。在液晶面板生产过程中, 经常会出现一些不可预知的画质不良, 其原因多种多样, 需要具体情况具体分析^[1-3]。

近期在生产一款 HADS (High-Advanced Dimension Switch) 无边框液晶显示器产品时, 横纹不良曾高达 21.4%, 导致该产品在生产过程中出现大量降级产品不能正常出货, 造成严重的

收稿日期: 2018-12-19; 修订日期: 2019-03-04.

* 通信联系人, E-mail: wangchao_dt1@boe.com.cn

经济损失。为了改善该产品横纹不良,本文通过不良液晶显示器进行测试和分析,讨论了其产生的原因,同时通过对不良发生机理的深入分析,制定了改善方案并通过实验验证了方案的可行性。

2 实 验

2.1 现象描述

在灰阶画面,面板 PCB 侧朝上,左上角或者右上角出现三行暗三行亮水平横纹,该不良影响灰阶画面显示均一度,不良如图 1 所示。



图 1 横纹不良

Fig.1 Horizontal stripes defect

2.2 原因分析

从不良现象上看,横纹呈水平三行暗三行亮条纹,且条纹与横向栅极线方向一致,怀疑与栅极线信号有关,使用示波器对不良现象严重的屏测量栅极信号发现, V_{com} 及反馈信号均存在周期性三上三下的波动,且 V_{com} 及反馈信号波动对应栅压下降沿窗口;如图 2 所示。

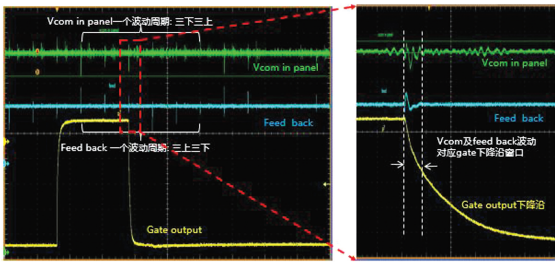


图 2 V_{com} 及反馈信号波形

Fig.2 Waveform of V_{com} and feedback

测量时钟信号时发现, V_{com} 反馈信号可见电压波动,幅度 400 mV 左右,三上三下成为一个周期;波动同 CLK1、CLK2、CLK3 信号起始位置相吻合,CLK 和反馈信号之间距离由近到远排列: CLK₁、CLK₂、CLK₃、CLK₄、CLK₅、CLK₆,因此 CLK1 造成反馈电压波动的幅度最大;分析为

CLK₁、CLK₂、CLK₃ 耦合了反馈信号,从而产生三上三下波动,如图 3 所示;反馈信号作用机制为采集 Panel 内 V_{com} 波动,输入反向电压保证 V_{com} 稳定^[4],所以反馈信号波动会造成 V_{com} 规律性波动,造成了三行暗三行亮条纹;导致上述现象出现的影响因素较多,下面将对几个相关项目进行详细分析,以确定横纹产生的主要原因。

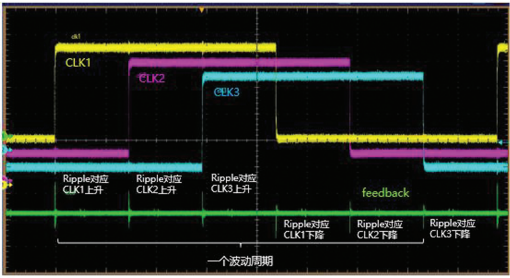


图 3 Clock 和反馈信号波形

Fig.3 Waveform of Clock and feedback

2.2.1 电路参数

通过调整帧频来测试帧频与横纹的关系。将帧频从 40 Hz 调整至 80 Hz,横纹现象的程度没有变化,因此横纹不良与帧频无关。

调整像素 TFT 三极管的开启电压(V_{gh})和关断电压(V_{gl})来验证横纹与 V_{gh} 和 V_{gl} 之间的关系如表 1 所示,从试验结果来看, V_{gh} 变化对横纹不良程度影响较小,横纹不良程度随 V_{gl} 变化明显。

表 1 V_{gh}/V_{gl} 参数调整试验结果

Tab.1 Adjustment test result of V_{gh}/V_{gl} parameters

Split	V_{gh}/V	V_{gl}/V	横纹不良程度
1	22	-8	略微减轻
2	27	-8	重
3	32	-8	重
4	27	-12	重
5	27	-6	轻
6	27	-4	重

调整公共电极电压(V_{com})来验证横纹和 V_{com} 的关系(表 2)。从实验结果来看, V_{com} 存在中心值,横纹不可见,增大或减小都会加重横纹,并造成黑白翻转。

表2 V_{com} 参数调整试验结果Tab.2 Adjustment test result of V_{com} parameters

Split	V_{com}/V	横纹不良程度
1	4.55	重
2	4.65	无
3	4.8	重

影响 V_{com} 波动的还有 V_{com} 补偿电路,其作用为通过固定反馈倍数的 V_{com} 补偿电路对 V_{com} 进行补偿,以消除 V_{com} 的波动^[5]。去掉面板近端(PCB侧) V_{com} 补偿电阻发现 PCB 侧横纹消失,由此可判断 V_{com} 补偿对横纹也有影响。选取面板进行调整 V_{com} 补偿倍率的验证如表3所示,初始 V_{com} 补偿倍率为6, V_{com} 补偿倍率降低横纹减轻。

表3 V_{com} 补偿倍率调整试验结果Tab.3 Adjustment test result of V_{com} compensation factor

Split	V_{com} 补偿倍率	横纹不良程度
1	4	减轻
2	6	重
3	8	加重

2.2.2 彩膜的影响分析

去除反馈信号和 CLK 上方覆盖的彩膜基板,确认彩膜黑矩阵影响,实验方法如图4所示。实验结果:明暗横纹减轻甚至消失,因此彩膜黑矩阵在 CLK 和反馈信号之间耦合起到了媒介作用。

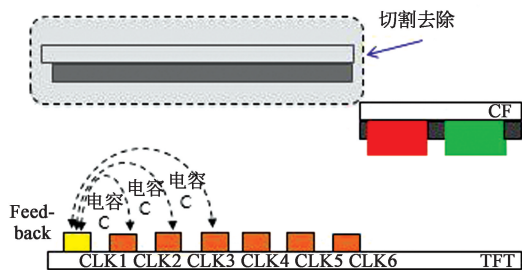


图4 彩膜影响测试示意图

Fig.4 Diagram of CF affects test

为验证彩膜黑矩阵材料影响,选取其他2种黑矩阵材料制备同种 HADS 产品后确认不良现象如表4所示。其中黑矩阵 BM A(正常量产使

用)制备产品现象重于 BM B 及 BM C 制备产品。

表4 黑矩阵材料变更测试结果

Tab.4 Test results of BM material change

Split	材料	横纹不良程度
1	BM A	重
2	BM B	略轻
3	BM C	略轻

进行黑矩阵信号测试,通过切割面板 PCB 远端边角,在保证显示正常的情况下使黑矩阵裸露,便于灰阶画面抓取黑矩阵信号。3种黑矩阵材料波形如图5所示。黑矩阵测试波形结果表明,BM A 材料在 CLK 耦合下始终处于连续上升或者下降趋势,BM B 在 CLK 耦合下处于台阶状上升或者下降趋势,波形相对稳定,BM C 在 CLK 耦合下台阶状波动后均会出现回落趋势,波形相对稳定。我们邀请黑矩阵厂商进行3种材料分析反馈信号直流残留(Rdc)数值。BM A 材料为506 mV,BM B 为278 mV,BM C 为242 mV。确认横纹不良横纹与黑矩阵的直流残留(Rdc)特性相关。

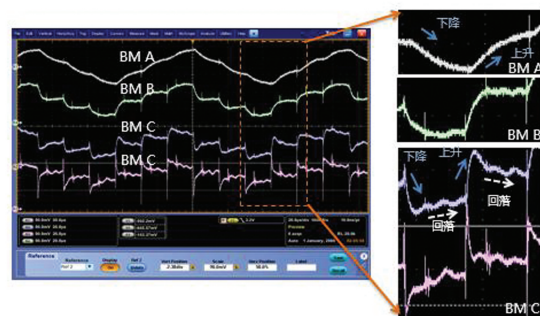


图5 BM 测试波形

Fig.5 Waveform of BM test

2.2.3 发生机理

通过前面各种因素的分析可知,产生横纹的直接原因为 V_{com} 反馈信号与 CLK₁、CLK₂、CLK₃ 信号产生耦合效应及 V_{com} 补偿电路共同作用下,导致 V_{com} 在栅压关闭前存在三上三下的周期性波动,从而出现了规律性横纹;

其中彩膜基板黑矩阵在耦合过程中起到了媒介作用,如图6所示,CLK 信号经过 CLK 和彩膜

黑矩阵之间电容 C_2 ,使 BM 产生随 CLK 波动;黑矩阵上产生电压波动,经过黑矩阵和反馈信号之间的电容 C_1 传递给了反馈信号,从而造成反馈信号波动导致了 V_{com} 波动。

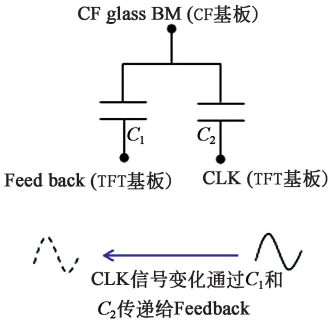


图 6 信号传递模型

Fig.6 Signal transmission model

3 改善措施

针对于上述分析确认产生横纹影响因素为彩膜黑矩阵材料、电容耦合、 V_{com} 补偿;所以要从上述 3 方面检讨改善实验,从而找到适合量产的改善条件,设计实验均为单一变量;

3.1 CF BM 材料变更实验

从原因分析实验可以得知,BM B、BM C 程度轻于量产 BM A 材料,增加生产量进行验证,确认两种 BM 材料的改善效果,实验方案及结果如表 5。

表 5 BM 材料变更不良率结果

Tab.5 Defect rate of BM material change

Split	黑矩阵材料	测试数量 /Pcs	横纹不良 比率/%
1	BM A	3 905	21.4
2	BM B	2 520	4.45
3	BM C	1 647	5.34

实验结果表明,BM B、BM C 材料的制备的产品横纹不良率低于 BM A 材料产品,但不良仍有发生,需要继续检讨改善;

3.2 电容耦合改善实验

减小反馈信号和 CLK 之间耦合波动,可以通过减小如图 6 所示的 C_1 电容和 C_2 电容,根据电容公式 $C=\epsilon S/d$ (ϵ 为极板间介质的介电常数,

S 为极板面积, d 为极板间的距离),通过降低 Gate FICD 实现 S 的减小,通过增加 PVX 厚度实现 d 增加,从而达到电容减小的目的。在设计 Margin 允许范围内设计实验方案及结果如表 6 所示。

表 6 电容耦合改善不良结果

Tab.6 Defect rate of Capacitance coupling improvement

Split	Gate FICD/ μ	PVX THK/nm	测试数量 /Pcs	横纹不良 比率/%
1	27.6	600	3 905	21.4
2	27.4	600	3 500	14.32
3	27.6	608	2 714	18.33

实验结果表明,通过降低 Gate FICD 和增加 PVX 厚度对不良有一定降低,但不良率仍然很高。

3.3 V_{com} 补偿变更实验

分析实验时, V_{com} 补偿倍率降低横纹减轻,验证补偿倍率降低后改善实验方案及结果如表 7。

表 7 V_{com} 补偿变更不良结果

Tab.7 Defect rate of V_{com} compensation change

Split	补偿倍率	测试数量 /Pcs	横纹不良 比率/%
1	6	3 905	21.4
2	4	100	6.9
3	1	100	0

实验结果表明补偿倍率调整为 1 倍时不良 0 发生,可以根本改善该不良。通过重新改变 PCBA 上 V_{com} 补偿电路可以实现量产并进行改善。

3.3 结果与讨论

实验设计及结果表明,变更直流残留 (Rdc) 数值低的黑矩阵材料、降低 Gate FICD,增加 PVX 厚度及降低 V_{com} 补偿电路倍数,可以有效改善横纹不良,其中 V_{com} 补偿电路倍数对不良改善效果最为明显;最终通过将 V_{com} 补偿电路倍数降低至 1 倍,不良由 21.4%降低至 0,同时为了降低风险导入了 BM B 材料应对生产,从而从根本上改善了此款 HADS 产品横纹不良。

4 结 论

本文介绍了一种 HADS 横纹不良的改善方法,从横纹不良的分析可以知道产生横纹的根本原因是 V_{com} 反馈信号与 CLK_1 、 CLK_2 、 CLK_3 信号产生耦合效应及 V_{com} 补偿电路共同作用下,导致 V_{com} 在栅压关闭前存在三上三下的周期性波动,形成三行亮三行暗水平粗纹;通过实验设计,变更直流残留低的黑矩阵材料可以降低耦合媒介作用,不良明显

降低;降低 Gate FICD,增加 PVX 厚度可以减少反馈信号和 CLK 与 BM 的电容值,以减小反馈和 CLK 之间耦合波动从而降低不良;通过调整 V_{com} 补偿电路倍数,不良降低为 0;综上,通过变更直流残留低的黑矩阵材料、降低 Gate FICD,增加 PVX 厚度及调整 V_{com} 补偿电路倍数,可以有效改善横纹不良;随着 TFT LCD 技术不断升级,为避免生产过程中未知原因不良,在新产品开发过程中需要更加充分评估可能出现的风险点,以降低不良出现,实现客户满意,出货达成的目标。

参 考 文 献:

- [1] 桑青,王明超.无边框液晶显示——透过专利分析看发展现状[J].科技资讯,2016,14(21):138-139,141.
SANG Q, WANG M C. Borderless LCD- through patent analysis to see the status quo of development [J]. *Science & Technology Information*, 2016, 14(21): 138-139, 141. (in Chinese)
- [2] 史秋飞,郑英花,朱载荣,等.边角 Zeta Domain 及其改善研究[J].液晶与显示,2012,27(6):770-773.
SHI Q F, ZHENG Y H, ZHU Z R, *et al.* Improvement of corner Zeta domain [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(6): 770-773. (in Chinese)
- [3] 徐伟,彭毅雯,雷有华,等.TFT-LCD 横向线状未知 Mura 分析及改善研究[J].液晶与显示,2013,28(4):539-546.
XU W, PENG Y W, LEI Y H, *et al.* Analysis and improvement of TFT-LCD horizontal line unknown Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(4): 539-546. (in Chinese)
- [4] 侯帅,高玉杰,张亮.一种公共电极 V_{com} 电压调节方法及装置:中国,CN102842295A[P].2012-12-26.
HOU S, GAO Y J, ZHANG L. Common electrode V_{com} voltage regulation method and device: CN, CN102842295A [P]. 2012-12-26. (in Chinese)
- [5] 许哲涛,苏文刚,刘磊,等.一种公共电压补偿电路、补偿方法及显示面板:中国,CN105513527A[P].2016-04-20.
XU Z T, SU W G, LIU L, *et al.* Common voltage compensation circuit, compensation method and display panel: CN, CN105513527A [P]. 2016-04-20. (in Chinese)

作者简介:



王超(1987—),男,北京人,学士,高级工程师,2010 年于哈尔滨理工大学获得学士学位,主要从事液晶面板工艺制程不良改进研究工作。E-mail: wangchao_dt1@boe.com.cn