

文章编号: 1007-2780(2013)04-0572-05

TFT-LCD 产品开机边缘白化现象研究

李兴华, 贺 伟, 朴承翊, 樊浩源, 暴军萍, 江定荣, 王 静

(成都京东方光电科技有限公司 产品技术部, 四川 成都 611731, E-mail: lixinghua@boe.com.cn)

摘 要: 通过对 TFT-LCD 开机状态的测试, 分析了 TFT-LCD 开机边缘白化现象的发生机制, 提出了改善 TFT-LCD 开机边缘白化现象的方法。分析表明 TFT-LCD 开机边缘白化现象的根源在于开机时边缘感应电场的干扰使靠近面板边缘两侧的液晶分子发生旋转而漏光。液晶盒内表面的形貌影响感应电荷的淤积状态和液晶分子的取向, 黑矩阵材料的阻抗影响感应电荷向显示区的扩散程度。进行了 TFT-LCD 开机边缘白化现象的改善实验, 试验结果表明, 通过减少栅极引线、增加感应电荷的屏蔽层、使用高阻抗的 BM 材料、增大栅极引线及显示区的距离等方法可以有效解决边缘白化现象。

关 键 词: 开机边缘白化; 感应电场; 栅极引线; 栅极关断电压

中图分类号: TN3 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20132804.0572

Edge Albino in Turn-on TFT-LCD

LI Xing-hua, HE Wei, PIAO Cheng-yi,

FAN Hao-yuan, BAO Jun-ping, JIANG Ding-rong, WANG Jing

(Product Integration Department of Chengdu BOE Optoelectronics Technology CO., LTD,
Chengdu 611731, China, E-mail: lixinghua@boe.com.cn)

Abstract: The mechanism of Edge Albino with starting up is investigated by checking of powering on status, and improving methods are demonstrated. The results of analysis show that root cause of Edge Albino comes from interference of electric field which induces LC molecule switch and light leakage. The inter-surface profile of edge area influences on distribution of electric charge and LC molecule alignment, BM resistance impacts spread of induced electric charge. The paper presents relevant experiments for countermeasure. Experimental results show that some methods can solve the problem of edge albino, including decreasing outer gate lines, adding shield layer of induced charge, using high resistance BM material, as well as enlarging distance between gate line and active area. The mechanism of edge albino and countermeasure is investigated in detail.

Key words: edge Albino with starting up; induced charge; gate line; gate-off voltage

1 引 言

平面控制模式^[1]宽视角产品, 初始液晶分子水平排列, 加电时面内像素间电极产生边缘电场, 使电极间以及电极正上方的液晶分子在平行于基

板的方向发生旋转, 通过电极电压的大小控制透光的多少, 实现宽视角和高对比度^[1-2]。这种以平面电场驱动为主的产品更容易受垂直电场的干扰, 产生开机边缘白化现象, 严重影响开机时的视觉效果。

收稿日期: 2012-12-03; 修订日期: 2013-06-21

作者简介: 李兴华(1967—), 女, 辽宁鞍山人, 高级工程师, 主要从事 TFT-LCD 产品技术工作。

通常平面控制模式的产品在面板减薄^[3]后的彩膜基板外表面都镀有透明导电层并接地以屏蔽外部电场的干扰,但此屏蔽层无法屏蔽来自面板内部的感应电场干扰,本文通过理论分析和大量实验研究内部感应电荷的发生机制、传播路径和对显示效果的影响,探讨并验证了解决开机白化现象各种方法的优势和可能的副作用。

2 边缘白化现象原因分析

研究对象为 QVGA、WQVGA、WVGA 和 QHD 等 4 种分辨率的面板^[1-2],每种面板搭配至少两种以上的驱动 IC,液晶驱动为边界电场切换的平面控制模式^[1-4]。

2.1 信号测试和分析

开机边缘白化现象如图 1 所示,黑色画面开机时边缘两侧出现显示发白的现象,白化的区域呈线状或条状,随着开机次数和开机后停留的时间加长而逐渐消失。

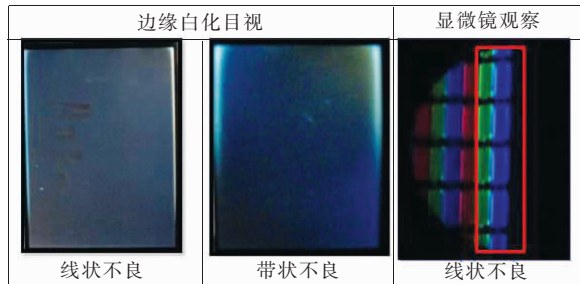


图 1 开机黑画面边缘白化现象
Fig. 1 Edge albino with starting up

首先分析模组开机时的 IC 输出信号^[1-2],分别测试了 H 社、R 社、S 社、I 社的 QVGA 的 IC 制成的模组,发现开机瞬间都是栅极 (gate) 信号置低,幅值比 V_{GL} 略低,如图 2 所示,由于 IC 内部电路原因,用户无法通过程序代码来调整开机波形,不同厂家的 IC 只要栅极关断电压 (V_{GL}) 设置相同,其白化现象表现程度相同。

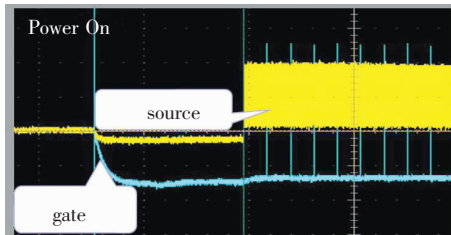


图 2 开机时典型的 IC 输出波形
Fig. 2 Typical signal of IC output with starting up

2.2 点灯代码和时序调整

调整公共电极 (COM) 电压、信号的帧频率和栅极的扫描方向^[2],加强传导路径接地,开机白化现象无变化;通过点灯代码调整 V_{GL} 的设置, V_{GL} 设置越低,开机白化现象越严重,得出白化现象与电性 V_{GL} 设置相关,见表 1。

表 1 V_{GL} 设置对开机白化现象的影响
Table 1 V_{GL} influence on defect

V_{GL}/V	白化像素数	滞留时间/s
-12	4	3
-10	3	2
-9	2	1
-8	2	<1

2.3 信号的切割和短接试验

因无法直接测试面板内部的电场^[5-6],本实验通过在外引线 (fan-out) 区进行激光切割的方法来断开信号,以钨粉焊接来实现电路短接,观测外加信号变化对白化现象的影响。实验如图 3 所示。因左右两侧对称设计,实验中只在面板的一侧进行信号处理,并与另一侧对比,试验结果见表

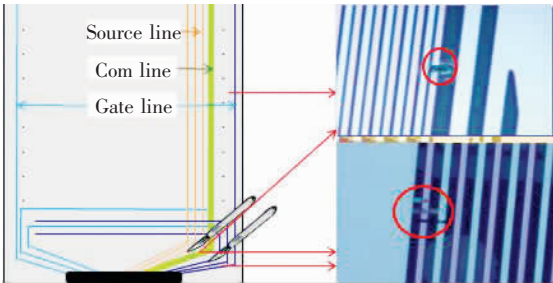


图 3 切割和短接示意图
Fig. 3 Schematic picture of cutting /shorting

表 2 切割和短接试验结果

Table 2 Cutting and shorting test

试验方法	试验结果
切掉 2-4 条 source 线 ^[2]	不良现象无变化
切掉边缘 com 线 ^[2]	不良现象无变化
切掉外部栅极引线	白化现象消失
切掉显示区栅极引线	不良现象无变化
边缘 source 线接地	不良现象无变化
边缘 com 线接地	不良现象无变化

2, 试验证明, 开机白化不良与栅极外引线相关。

2.4 工艺过程对开机白化的影响

取白化现象严重的不良品和无白化现象的良品各 20 片进行边缘区域的横断面比较, 如图 4 所示, 良品层间的断差小, 表面平坦度相对不良产品好, 得出内表面形貌影响感应电荷的淤积^[6]和该区域液晶分子的预倾角, 进而影响液晶分子的取向^[7], 产生白化现象。



图 4 白化区域的断面图

Fig. 4 Profile of cross section

对不同批次的面板在整张玻璃基板上的发生位置进行统计, 并分析生产设备的实际输出参数, 发现白化不良与 BM 的固化条件相关。

2.5 原材料的影响

本文比较了不同的取向膜^[7]液晶及黑矩阵材料(BM)^[8]对白化现象的影响, 发现高阻抗的 BM 材料 BKS-835 可以彻底消除开机边缘白化现象, 而其它材料无影响。图 5 为不同 BM 材料固化后的阻抗对照表。

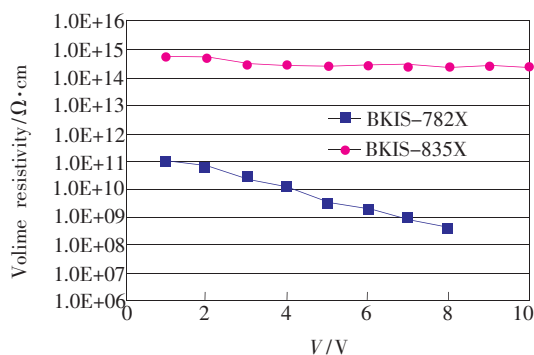


图 5 两种 BM 材料的阻抗对照表

Fig. 5 BM material comparison

2.6 根本原因确认

通过以上系列实验得出: 开机白化现象源自开机瞬间栅极引线区域的干扰。主要机理: 开机瞬间, 栅极电信号急剧变化, 在栅极外引线区和上基板 BM 间产生强大的感应电场, 电场通过 BM 层传导到显示区, 引起液晶的非正常旋转而产生漏光。白化不良机理见图 6。

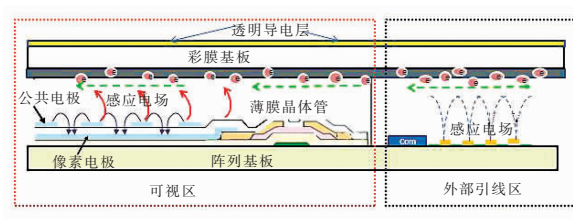


图 6 开机白化不良机理图

Fig. 6 Mechanism of edge albino

3 白化现象的改善实验

根据白化现象的发生机理, 开机白化现象的发生需具备以下 3 个必要要素: 感应电场的发生源-边缘栅极引线、感应电荷传导介质 BM 和易感染区域-边缘像素区, 消除任何一个必要要素都可以解决白化现象。

3.1 控制感应电荷的产生

3.1.1 屏蔽感应电场

在栅极引线的上方制作一层金属氧化物(ITO)作为感应电场的屏蔽层^[9], 并将 ITO 通过引线连接到地, 屏蔽层断面图见图 7。屏蔽层要根据栅极引线的外围区域形状和大小设计, 面积不能过大, 否则会出现过大的电容耦合效应^[2-5], 见图 8, 增加产品的负载, 使显示品质下降。

本实验是在正常 WQVG 产品设计基础上修改了公共电极的掩模板设计, 在栅极外引线的上方区域增加了 ITO 屏蔽层, 按正常工艺过程^[1]生产, 实验品测试结果: 开机边缘白化现象消失, 其它光电特性正常, 验证了合理设计内部屏蔽层是一种标本兼治的方法。

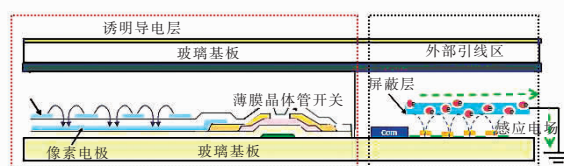


图 7 屏蔽层断面图

Fig. 7 Shield layer cross section

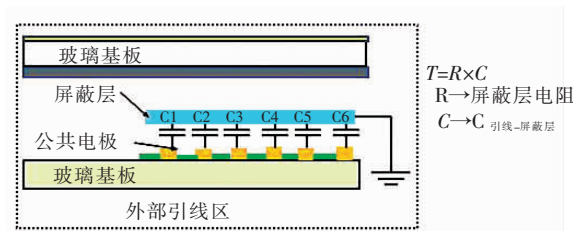


图 8 耦合电容示意图

Fig. 8 Coupling capacitance schematic

3.1.2 减少外围栅极引线

通过栅极集成的方式 (gate in panel, GIP), 将栅极驱动电路^[10]设计在面板上, 显示区域引出栅极线直接到侧边, 减少 fan-out 区的栅极引线, 如图 9 所示。不管产品的分辨率如何, 除首尾两级外, 每一级的栅极引线只有 3 条, 上一行的输出给本行触发, 下一行的输出给本行复位, 实现移位寄存逐级驱动。

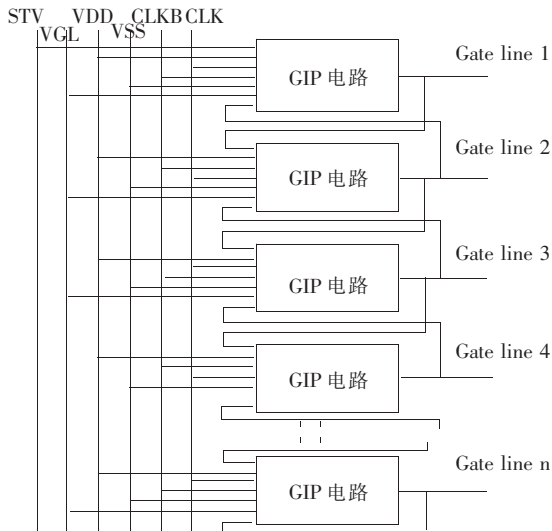


图 9 GOA (或 GIP 等)栅极集成图
Fig. 9 GOA circuit schematic

不需要从 IC 拉出所有的栅极引线, 可极大减少 fan-out 区干扰电场的发生, 因为是逐级推动, 外围的栅极引线电场变化方向不同, 减少了电场的变化率及感应电荷, 栅极引线不会产生白化现象。但电路设计中如果有大的电容靠近显示区, 也会产生干扰电场, 设计中需要控制电容的位置。

3.1.3 调节 IC 设置, 减少感应电场产生

在保证显示画质和信赖性的条件下, 降低栅极的关断电压绝对值 V_{GL} 。使开机瞬间电压的变化率降低, 干扰电场变小, 白化现象也可以减轻。对于已经完成的面板制品, 这是一种成本最低的解决对策, 但只是掩盖不良, 治标不治本。

3.2 抑制感应电荷的传播

BM 是感应电荷传导的主要介质, 其阻抗值是影响传导电荷量的关键参数, 使用不同 BM 材料制作的模组开机白化现象和严重程度不同。本文采用另一种高阻抗的材料^[8], 体阻抗值达到

$10e14 \Omega \cdot \text{cm}$, 该 BM 可完全消除开机白化现象, 但是比较各厂家的 BM 材料, 阻抗值大的材料一般含碳少, 黑度会相对低, 从而对比度会下降, 而且价格相对贵。BM 的阻抗与固化条件相关, 故也可通过优化工艺参数, 增大 BM 阻抗, 改善开机白化不良。

3.3 控制感应电荷的影响

产品设计时在边缘两侧分别设计 1~2 条伪像素, 用 BM 层遮挡以尽量拉开有效像素和栅极引线的距离, 可减弱开机白化不良, 此方案简单易行, 弊端是会增加的无效区域。

表面平坦度对液晶取向有影响^[7], 通过减少各金属层的厚度和增加绝缘层的厚度可改善表面的平坦度, 减少感应电荷的局部淤积, 从而减弱开机边缘白化现象, 详见图 10, level 表示白化现象水平, level0~level4 白化程度从无到重。

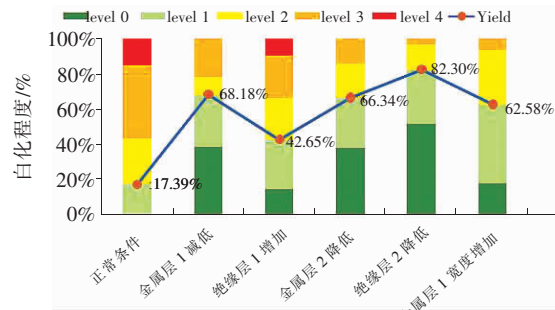


图 10 TFT 表面平坦化测试结果
Fig. 10 TFT profile planarization test

从结果可以看出, TFT 段差的减小, 增加了表面平坦度, 降低了白化现象的水平, 但不能彻底消除不良现象, 所以也是一种治标不治本的方法。

4 结 论

测试分析了 TFT-LCD 开机边缘白化现象的发生机制。分析表明其根源在于开机时边缘感应电场的干扰使靠近面板边缘两侧的液晶分子发生旋转而漏光。本文进行了 TFT-LCD 开机边缘白化现象的改善实验, 并提出了改善 TFT-LCD 开机边缘白化现象的方法。通过减少栅极引线、增加感应电荷的屏蔽层、使用高阻抗的 BM 材料、增大栅极引线 with 显示区的距离等方法可以有效解决边缘白化现象。本文的研究对同类产品的设计优化和制程改善具有实际借鉴意义。

参 考 文 献:

- [1] 王大魏,王刚,李俊峰,等. 薄膜晶体管液晶显示器件的制造、测试与技术发展 [M]. 北京:机械工业出版社. ISBN: 978-7-111-20938-6.
- [2] 戴亚翔. TFT-LCD 的驱动与设计 [M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [3] 姜明俊,尚进,李荣玉. TFT-LCD 化学蚀刻薄化研究及产品可靠性分析[J]. 现代显示,2009,100:35-38.
- [4] Lee S H, Lee S L, Kim H Y. Electro-optic characteristics and switching principle of a nematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1998,73(20):2881-2883.
- [5] 崔文静,邢红玉,张艳君,等. 混合排列向列相液晶盒电容特性研究[J]. 液晶与显示,2012,27(5):608-612.
- [6] 张武勤. 液晶 PI 层电荷累积和释放过程分析[J]. 液晶与显示,2010,25(3):351-354.
- [7] 于涛. IPS 液晶取向膜表面光学各向异性 $D\Delta$ 的研究[J]. 液晶与显示,2012,27(3):292-296.
- [8] 暴军萍,李兴华,贺伟,等. 高阻抗材料以及包括该材料的显示基板黑矩阵和液晶显示装置:CN,102827526 [P]. 2012-08-23.
- [9] 贺伟,李兴华,朴承翊. 液晶显示及装置:CN,102681250[P]. 2012-05-11.
- [10] 徐杰. TFT-LCD 周边集成驱动电路的设计[D]. 长春:吉林大学,2004.

数值范围的表示法

1. 数值范围采用波浪号“~”。
2. 书写百分数范围,每个百分数后面的“%”都要重复写出。例如“10 %~20 %”不能写成“10~20 %”。
3. 书写用万或亿表示的数值范围,每个数值中的万或亿不得省略。例如 2 万~5 万,不能写成 2~5 万。
4. 书写具有相同幂次的数值范围,每个数值中的幂次都要重复写出。例如“ $3\times 10^5\sim 5\times 10^5$ ”不能写成“ $3\sim 5\times 10^5$ ”,但可以写“ $(3\sim 5)\times 10^5$ ”。
5. 单位相同的量值范围,前一个量值的单位可以省略,只需在后一个量值上写出。例如:“5 mm~8 mm”应写作“5~8 mm”。
6. 单位不完全相同的量值范围,每个量值的单位应全部写出。例如:2 h~2 h30 min(但最好改为“2~2.5 h”)。