文章编号:1007-2780(2014)05-0697-06

小尺寸 FFS 产品 Zara 分析与改善研究

刘利萍*,吴 涛,刘俊豪,叶超前,陆相晚,崔完鎔
(1.合肥鑫晟光电科技有限公司,安徽 合肥 230012;
2.合肥京东方光电科技有限公司,安徽 合肥 230012)

摘要:通过对大量 Zara 样品进行分析,构建了不良现象——对应原因(Phenomenon-Cause)的 4 种理论模式,并基于此理论设计了改善 Zara 的实验。通过分析发现:约 5 μm 左右可移动的 Zara 主要为摩擦工艺过程产生的碎屑;10~25 μm 按压不动的 Zara 主要为取向膜涂覆过程中的颗粒引起;轮廓清晰尺寸较大的 Zara 主要来自环境颗粒;无清晰轮廓且体积较大的 Zara 主要为摩擦取向失效形成的岛状漏光。为降低 Zara 不良进行实验,结果显示:增加取向膜在基板上的覆盖率以及变更彩膜涂层材料可有效降低 Zara 不良的发生率;此外,减小柱状隔垫物的坡度角度能够从源头上有效防止 Zara 的产生。Zara 不良的研究与改善提升了小尺寸 FFS 产品的良率 5%以上,为企业的稳定高效生产奠定了基础。

关 键 词:TFT- LCD;小尺寸;Zara;分类
中图分类号:TN87 **文献标识码**:A **doi**:10.3788/YJYXS20142905.0697

Analysis and improvement of small size FFS mode Zara defect

LIU Li-ping*, WU Tao, LIU Jun-hao, YE Chao-qian, LU Xiang-wan, CUI Wan-rong

(1. *Hefei Xinsheng Optoelectronics Technology Co. Ltd*, *Hefei* 230012, *China*;
2. *Hefei BOE Optoelectronics Technology Co. Ltd*, *Hefei* 230012, *China*)

Abstract: By analyzing massive Zara samples, four theoretical modes were created to illustrate the relationship of the classified Phenomenon and appropriate cause, and on this basis, experiments were designed to reduce the zara defect. We found that the floating zara with the size of about 5 μm was mainly the chip caused by rubbing process; the irremovable zara with the size between 10 μm and 25 μm was mainly caused by alignment film coating; the large size zara with a clear outline was mainly environmental particle, while the large size zara with blurry outline was mainly domain leakage because of orientation failure. The experiments were designed to reduce the Zara defect and the result showed that after improving the alignment coverage and changing CF OC material, zara defect was obviously reduced. Furthermore diminished CF profile angle can effectively avoid Zara procreation at the source. The research and improvement of zara defect raised the product yield of more than 5%, laid the foundation for a stable and efficient production of enterprises.

Key words: TFT-LCD; small size; Zara; classification

收稿日期:2014-07-19;**修订日期**:2014-08-12.
* 通信联系人,E-mail:liuliping@boe.com.cn

1 引 言

随着 TFT LCD 技术的日趋成熟，人们对显示性能的要求不断提高。为满足低功耗、高响应速度、高分辨率、宽视角的要求，各 LCD 生产厂商竞相开发新的工艺技术和生产流程，TFT-LCD 技术百花齐放。而 FFS(Fringe Field Switching)技术作为兼备广视角和高透过率的唯一技术[1-2]，越发受到制造厂商的青睐。

2010 年 1 月 26 日苹果 Ipad 问世，其将创新的移动电话、可触摸宽屏 iPod 以及具有桌面级电子邮件、网页浏览、搜索和地图功能的突破性因特网通信设备这 3 种产品完美地融为一体。平板电脑开始引起人们的广泛关注。显示器制造厂商顺应市场需求，开始转向这种便携[3]、易用、具有随时随地可联网功能的平板电脑的开发与生产。为提高产品竞争力，高分辨率、宽视角、流畅的画面以及合适的屏幕尺寸是必要的条件。FFS 技术因很好地具备了以上要求，成为各制造商的优先选择。但 FFS 技术运用于小尺寸生产过程中，Zara 类不良高发，产品良率低，造成了成本增加问题。Zara 源于日语，用于表示显示画面的不良现象，多指液晶面板在暗态画面下显示区域发生的微小漏光现象[4]。由于日本在 TFT-LCD 方面起步较早，技术水平先进，所以业内一直沿用至今。

本文通过对小尺寸 FFS 产品 Zara 类不良分析，收集大量数据，建立了 Phenomenon-Cause 的 4 种理论模式，并针对广泛发生的前 2 种模式 Zara 进行试验，得到可明显改善 Zara 不良的方法。

2 Zara 的现象

全黑画面下面板上的小亮点(如图 1)。100×目镜观察小亮点可见非全像素的发亮，排除 TFT 开关异常的可能。

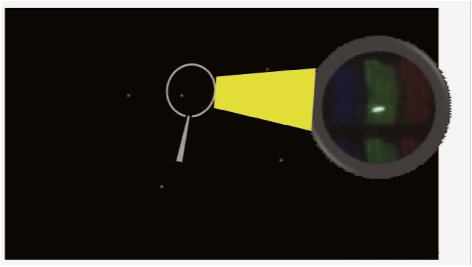


图 1 Zara 现象示意图

Fig. 1 Schematic of Zara phenomenon

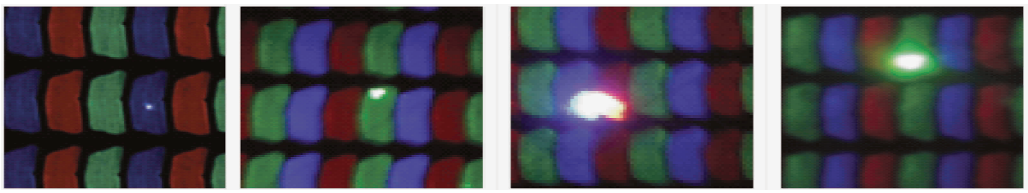
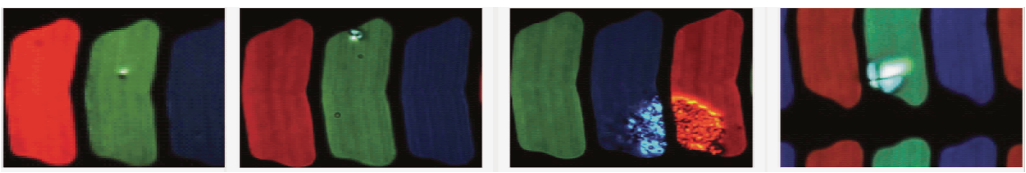
在小尺寸面板生产中，此类 Zara 为常见不良，且形态多样，形成原因较多，比较严重的影响产品良率，对该不良的改善与解决尤为迫切。

3 Zara 的分类与产生原因

我们对收集的 132 个 Zara 进行显微镜观察，依据现象可将其分为 4 类，分别命名为模式①～④，其现象与分类依据的特点如表 1 所述。

表 1 Zara 的分类及特点

Tab. 1 Classification and characteristics of Zara

分类	模式①	模式②	模式③	模式④
数量	40	44	41	7
目镜图片				
显微镜图片				

续表

分类	模式①	模式②	模式③	模式④
特点描述	5 μm 左右光亮点，按压可移动，或者隐藏于黑矩阵下消失	10 μm～25 μm，按压不动，显微镜下观察中间平滑亮光部分有黑色异物支起	35 μm 以上，按压不动，显微镜下可见明显异物轮廓	35 μm 以上，按压不动，显微镜下看不见清晰的边缘轮廓，部分可见十字交叉纹

为了研究这 4 种模式的发生机理，每种模式随机挑选 4 颗样本进行如下分析：

步骤一：激光标记 Zara 点位置；此步骤对模式①Zara 无效，因该模式 Zara 会跟随着液晶移动或者消失在黑矩阵下，无法标记；其余模式的 Zara 均可采用此方法精确定位。

步骤二：剖屏冲液晶后高倍显微镜观察标记位置；

步骤三：采用聚焦离子束测试仪（FIB）观察标记位置的表面形貌；

步骤四：利用 EDX 全息扫描对 Zara 点进行成分分析；

通过对各模式分析，得到如下结果：

（1）模式①，样本 1～4 在剖屏前均为轻触不良区域，Zara 样本即产生大范围移动或隐蔽到黑矩阵下，剖屏后完全消失，如图 2。该模式的颗粒尺寸较小，在 10 μm 以内。由于无法定位，暂未得到准确的 FIB 结果。但取向膜材料大多是聚酰亚胺材料[5]，摩擦工艺过程会产生摩擦碎屑，当摩擦后清洗过程中未有效清除则形成此类 Zara。另一个原因为对盒工艺液晶原材中含有细小杂质，即所观察到的浮游性小颗粒，目前暂未有此方面的验证数据，有待继续研究。

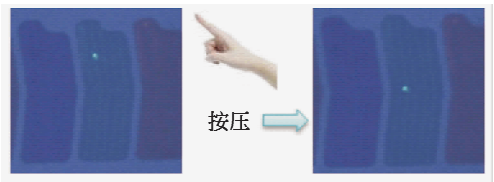


图 2　模式①按压前后对比图片

Fig. 2　Comparative picture before and after pressing the surface of mode ①

（2）模式②，样本 1～4 均经过剖屏，冲洗液晶，气枪吹干等过程，制取了 FIB 样品，所得表面形貌特征列举如下：样本 1，如图 3，剖屏去液晶后 TFT 侧无损伤，彩膜基板侧取向膜可见明显凹坑，凹坑四周边缘清晰，表明取向膜未固化前该位置有一近似椭圆的颗粒粘附，后因为摩擦及清洗，颗粒掉落。全息扫描结果显示凹坑中间露出主要含 C 元素的彩膜涂层膜层。

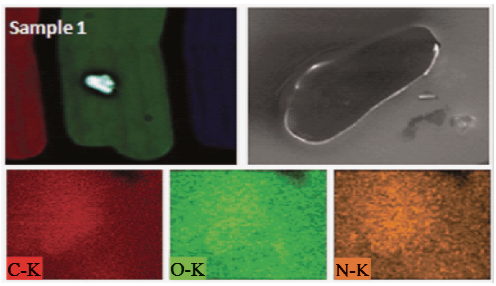


图 3　样本 1 显微镜及 FIB 图片

Fig. 3　Microscope and FIB picture of Sample 1

样本 2，如图 4，剖屏去液晶后 TFT 侧无损伤，彩膜基板侧取向膜上粘附约 10 μm 的小碎屑，全息扫描结果显示碎屑成分与周边膜层相同。

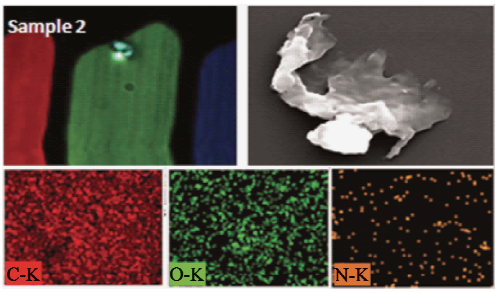


图 4　样本 2 显微镜及 FIB 图片

Fig. 4　Microscope and FIB picture of Sample 2

样本 3 和样本 4，如图 5，剖屏去液晶后彩膜基板侧无损伤，TFT 侧取向膜上可见明显擦痕，可观测到残留部分小碎屑。

综上，样本 1～4 在阵列或彩膜基板侧的取向膜面存在明显损伤，造成取向膜对液晶的取向能力不足，发生 Zara 漏光[6]。结果表明，模式②产生原因为取向膜表面明显的损伤。

极可能造成损伤的工程为取向膜涂覆工程。如果取向膜涂覆前阵列或彩膜基板上有未清洗掉的颗粒[7]或者涂覆过程中粘附颗粒，摩擦工艺后即在取向膜上残留损伤；图 6 所示为取向膜下颗

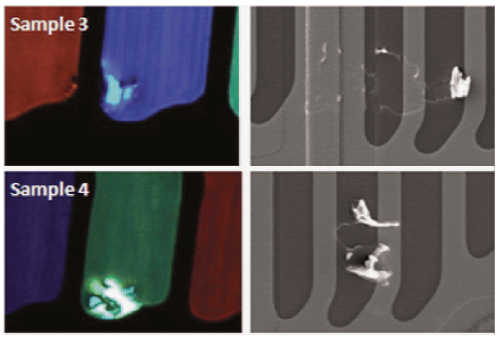


图 5 样本 3 和 4 显微镜及 FIB 图片

Fig. 5 Microscope and FIB Picture of Sample 3&4

粒(取向膜覆盖后周边有晕),导致 Zara 漏光的例子。

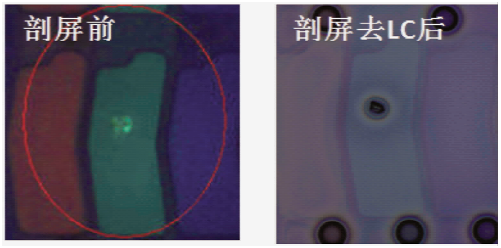


图 6 取向膜下颗粒导致 Zara 样本

Fig. 6 Zara Sample which caused by particle under alignment layer

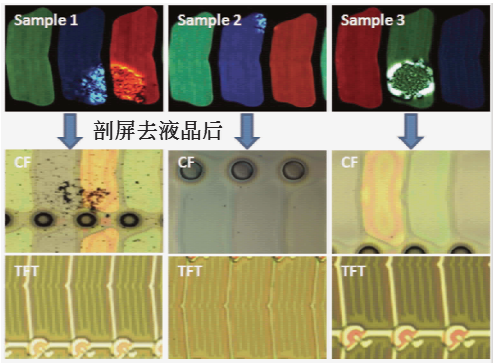


图 7 样本 1～3 剖屏去液晶后图片

Fig. 7 Picture of Sample 1～3 when removing liquid crystal

(3)模式③,样本 1～3 剖屏前按压不动,剖屏去液晶后消失,如图 7。

样本 4 如图 8 所示,异物在阵列基板侧保留,FIB 制样时异物明显移动,全息扫描结果显示异物 C 元素较周围富集。

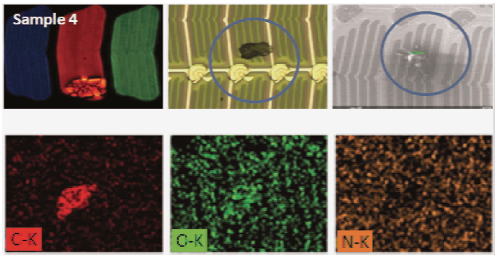


图 8 样本 4 FIB 结果

Fig. 8 FIB result of Sample 4

此模式的异物颗粒一般体积较大,且剖屏后易消失,为取向膜固化后～对盒前掉落至盒内的异物引起。

(4)模式④,样本 1～4 均有如下规律:剖屏前不良位置在显微镜下可见明显光亮,剖屏后有液晶条件下也可在显微镜下观察到该不良,去除液晶之后不良不可见,而后,在不良区域重新滴下液晶之后不良现象重现,FIB 进行表面形貌确认,无明显损伤,如图 9 所示。可以确定模式④为岛状性不良。



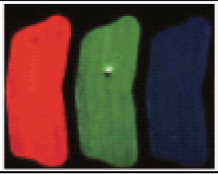
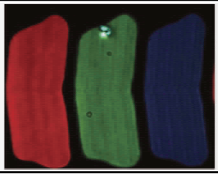
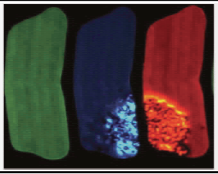
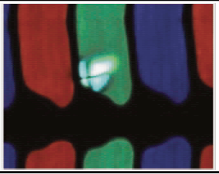
图 9 Sample 重加液晶后图片

Fig. 9 Picture of Sample when removing liquid crystal

所谓岛状不良,是取向膜表面因轻微划伤等外力影响,摩擦取向沟槽被破坏而导致液晶无法有序排列,其现象为显示器局部位置漏光[4]。通过以上的分析,建立 Zara 不良的 Phenomenon-Cause 模式如表 2。

表 2 Zara 不良 Phenomenon-Cause 模式

Tab. 2 Phenomenon-Cause Mode of Zara

分类	模式①	模式②	模式③	模式④
缺陷				

续表

分类	模式①	模式②	模式③	模式④
原因	摩擦工艺过程产生，摩擦后清洗能力不足，残留	阵列或彩膜基板取向膜表面损伤，多为取向膜涂覆过程产生	取向膜固化后，对盒前掉落盒内的颗粒	岛状不良多为摩擦取向被破坏导致液晶不能有序排列

4　实　　验

本文针对模式①②，从提高取向膜的均一性[8]；改善摩擦工艺接触面状态和减少碎屑产生 3 个方面进行实验。首先，对彩膜基板取向膜转印板进行了设计变更，提高取向膜在基板非显示区域的覆盖率；第二，变更彩膜基板侧涂层材料，增加彩膜基板表面平坦度；第三，对彩膜基板上柱状隔垫物坡度角度进行优化。

实验测试用的液晶面板由京东方六代线 TFT-LCD 生产工艺制备，样品为 FFS 型常黑模式的 20.32 cm（8 in）面板。实验分别制作了 APR Rev. 2（取向膜覆盖率 85%～90%）和 Rev. 3（取向膜覆盖率 90%～95%），与量产使用 APR Rev. 1（80%～85%）相比，增大面板周边取向膜的覆盖面积，使用 APR Rev. 2 和 Rev. 3 分别进行彩膜基板表面取向膜转印，其他同量产，各制作了面板 1 000 块；采用彩膜基板涂层材料 Type A 与 Type B，各制作面板 1 000 块。将面板组装成模组后进行点灯检测（同量产检测标准），统计 Zara 不良的发生率。对彩膜基板上柱状隔垫物坡度角度优化，观察摩擦百回后柱状隔垫物周围实际碎屑的发生情况。

5　结果与讨论

5.1　APR 覆盖率对 Zara 发生率的影响

图 10 为 APR 覆盖率与 Zara 发生率之间的关系；图中横坐标为 APR Rev1～3，分别代表覆盖率 80%～85%，85%～90%，90%～95%，纵坐标为 Zara 类不良的发生率。如图 10 所示，随着 APR 覆盖率提高，Zara 发生的比率有所降低。

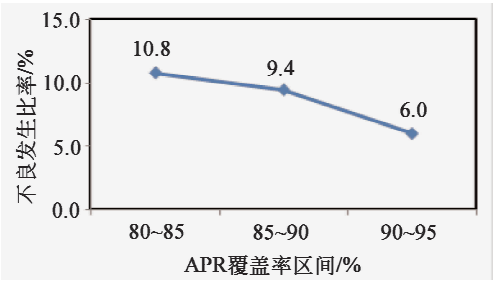


图 10　APR 覆盖率与 Zara 发生率关系

Fig. 10　Relationship between coverage rate of APR and incident rate of Zara

5.2　彩膜基板涂层材料对 Zara 发生率的影响

在 APR Rev. 3 基础上，变更彩膜基板涂层材料的实验结果如图 11 所示。

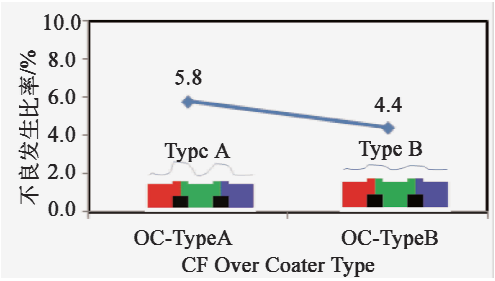


图 11　涂层材料与 Zara 发生率关系

Fig. 11　Relationship between CF OC material and incident rate of Zara

图 11 为不同彩膜基板涂层材料与 Zara 发生率之间的关系；图中横坐标为彩膜基板涂层材料分别采用 Type A 与 Type B，纵坐标为 Zara 类不良的发生率。如图 11 所示，涂层材料选择 Type B，Zara 发生的比率有所降低。

5.3　彩膜基板上柱状隔垫物坡度角与 Zara 的关系

为了进一步降低 Zara 发生率，对彩膜基板上柱状隔垫物的坡度角度进行变更，图 12 为柱状隔垫物变更先后的形态。

如图 12 所示，减小彩膜基板上柱状隔垫物坡度角度对摩擦工艺后碎屑的改善显著。柱状隔垫物坡度角度为 90°时，面板显示区域内外区域碎屑均较多，依赖于后续的清洗设备除去；而柱状隔垫物坡度角度减少到 53°时，面板显示区域内外均未产生明显的碎屑，从源头了杜绝 Zara 的发生。

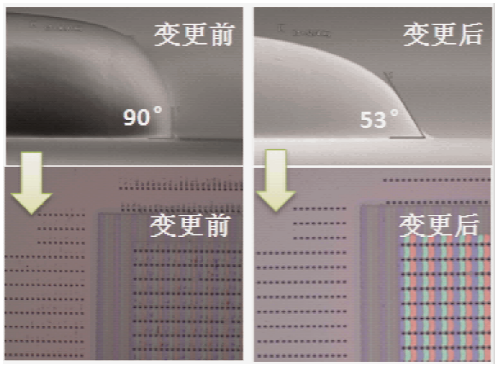


图 12 柱状隔垫物坡度角变更前后碎屑发生情况

Fig. 12 Chip status before and after PS Profile alteration

6 结 论

实验结果表明，变更 APR，增大取向膜在非显示区域的覆盖面积，可有效降低 Zara 的发生率；取向膜覆盖率在 90%～95%之间时，Zara 发生率最低；而增加彩膜基板表面平坦度，Zara 不良也有所改善。减小彩膜基板上柱状隔垫物坡度角度有效减少了面板上碎屑的产生，从源头上防止了 Zara 的发生。下一步工作在稳定以上变更工艺的基础上进一步对摩擦工艺后清洗能力提高进行研究和改善。

参 考 文 献：

[1] 车春城. 广视角 FFS 技术 CELL 研究与设计[D]. 成都：电子科技大学，2007.
Che C C. Wide angle FFS technology research and design of CELL [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2007. (in Chinese)

[2] 马群刚. TFT-LCD 原理与设计[M]. 北京：电子工业出版社，2011.
Ma Q G. *Theory and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Electronic Industry Press, 2011. (in Chinese)

[3] 程石，王涛，张敏，等. TFT-LCD 中隔垫物密度与 Push Mura 和低温气泡的关系[J]. 液晶与显示，2011，26(5)：604-607.
Cheng S, Wang T, Zhang M, *et al*. Relationship of spacer density with Push Mura and cold bubble in TFT-LCD [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(5): 604-607. (in Chinese)

[4] 史秋飞，郑英花，朱载荣，等. 边角 Zara Domain 及其改善研究[J]. 液晶与显示，2012，27(6)：771-773.
Shi Q F, Zheng Y H, Zhu Z R, *et al*. Improvement of corner Zara Domain [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(6): 771-773. (in Chinese)

[5] 于涛，陈晟，储培鸣，等. IPS 液晶取向膜表面光学各向异性 DΔ 的研究[J]. 液晶与显示，2012，27(3)：292-296.
Yu T, Chen S, Chu P M, *et al*. Optic anisotropy DΔ of rubbed polyimide film for IPS liquid crystal alignment [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(3): 292-296. (in Chinese)

[6] 石天雷，杨国波，程石，等. Zara 漏光和 Rubbing Mura 改善研究[J]. 液晶与显示，2012，27(2)：208-211.
Shi T L, Yang G B, Cheng S, *et al*. Zara and Rubbing Mura research [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(2): 208-211. (in Chinese)

[7] 刘锋，于凯，李相津，等. TFT- LCD 生产中毛刷清洗工艺的研究[J]. 现代显示，2007(8)：54-56.
Liu F, Yu K, Li X J, *et al*. Brush cleaning process analysis in TFT-LCD industry [J]. *Advanced Display*, 2007(8): 54-56. (in Chinese)

[8] 车春城，王丹，李军建. TFT-LCD 取向层工艺及其关键参数 [J]. 现代显示，2006(9)：20-23.
Che C C, Wang D, Li J J. TFT-LCDs oriented layer technology and it's key parameters [J]. *Advanced Display*, 2006 (9): 20-23. (in Chinese)

作者简介：刘利萍(1984－)，女，湖北黄冈人，硕士，高级工程师，主要从事液晶显示行业中不良分析改善与新产品导入等工作。E-mail: liuliping@boe.com.cn