

文章编号:1007-2780(2013)05-0707-04

TFT-LCD 制程中 Zara 点状不良的产生与改善研究

王海成,董天松,郑英花,刘 华

(北京京东方显示技术有限公司 CELL 技术部,北京 100176,E-mail:huagong0713@163.com)

摘 要: 研究了 TFT-LCD 制造工艺中产生 Zara Particle 的影响因素。采用 Mac/Mic,SEM,EDX 等检测设备,对 Zara 点状不良进行了大量的实验测试、数据分析和理论研究工作,对其产生的原因提出了两种不同的理论观点。通过调整聚酰亚胺薄膜厚度和摩擦工艺参数等一系列措施,产品质量得到了很大的提高,Zara 点状不良从改善前的 21.2%降低到 1.69%,大大提高了产品良率,为以后相关问题的研究奠定了一些理论基础。

关 键 词: TFT-LCD;Zara 点状不良;聚酰亚胺;摩擦

中图分类号: TN87 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3788/YJYXS20132805.0707

Occurrence and Improvement of Zara Particle in TFT-LCD Cell Process

WANG Hai-cheng,DONG Tian-song,ZHENG Ying-hua,LIU Hua

(CELL Department of Beijing BOE Display Technology CO. Ltd., Beijing 100176,China,E-mail:huagong0713@163.com)

Abstract: The reason for producing Zara particle in TFT-LCD manufacture process was studied. To solve this difficult point, the experimental tests and data analysis were carried out through macroscopic and microscopic inspection, scanning electron microscope, energy dispersive xray spectrom, etc. Two different viewpoints were put forward. The quality of product is improved by adjusting polyimide thickness, rubbing technological parameter and other measures. The ratio of Zara particle is reduced from 21.2% to 1.69%. Product yield has been greatly improved, and the above-mentioned results provide valuable data and theory basis for related issues in the future.

Key words: TFT-LCD;Zara particle;polyimide;rubbing

1 引 言

薄膜晶体管液晶显示器 TFT-LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) 是一种新兴的高科技行业,因体积小、低功耗、重量轻、美观等优势而获得了广泛的关注和研究。随着便携式电脑、办公应用、大屏幕显示器的广泛使用,人们对于显示品质也有了更高的要求^[1]。因此显示器面板生产商对于显示亮点不良 (Zara Particle

(P/T)) 有了更加严格的要求。Zara 源于日语,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。Zara P/T 即为摩擦 (Rubbing) 工艺对聚酰亚胺 (PI) 取向膜摩擦造成聚酰亚胺棒状碎屑脱落,在面板上形成的亮点状不良。对于 Zara 类不良检测的最简单方法就是在最低灰阶画面 (L0) 下通过不同角度及视角的仔细观察,对不良区域进行目镜检测,最终确定不良现象严重程度。目前传统的扭曲向列型 (Twisted Nematic, TN) 已

收稿日期: 2013-01-17; 修订日期: 2013-03-25

作者简介: 王海成 (1987—), 男, 天津人, 工程师, 主要从事液晶显示面板的新产品研究开发和新产品分析验证工作。

不能满足高端客户要求^[2],因此开发出了边缘场效应(Fringe Field Switching, FFS)宽视角型液晶显示器^[3]。但是,FFS模式面板更易发生Zara P/T不良。因此,本文主要针对FFS型液晶面板探讨此不良发生原因。

产生Zara P/T的原因有很多,例如液晶盒的结构设计、制造工艺等。一般认为,Zara P/T主要是由于摩擦工艺造成的。当PI取向膜表面平整度过低、周边光晕(Halo)区过高、摩擦强度过大时,取向膜表面容易受到损伤而产生Zara P/T。据此,可以通过改变PI取向膜材料和厚度,调整摩擦取向及摩擦强度来减少Zara P/T的产生。另外,由于不同的摩擦强度造成的锚定力不同,直接影响了显示残像,因此选择适合的摩擦强度就显得尤为重要^[4]。

对于面板厂商而言,由于更换材料存在诸多不利因素,例如设备切换时间,新材料购买周期等,所以改变取向膜材料较为困难。本文在不改变PI取向膜材料的前提下,通过调整PI膜平整度及摩擦工艺参数制备了不同条件的液晶面板,检测Zara P/T的发生率,研究了PI取向膜厚度、摩擦强度和Zara P/T之间的关系。

2 Zara点状不良现象确认

实验测试用的面板为TFT-FFS型常黑模式^[5],基板为59.74 cm(23.6 in)新产品。在L0灰阶画面下基板的栅极侧和栅极相反侧边缘和四角出现细小亮点,大小在1/10个亚像素。具体不良现象如图1所示。

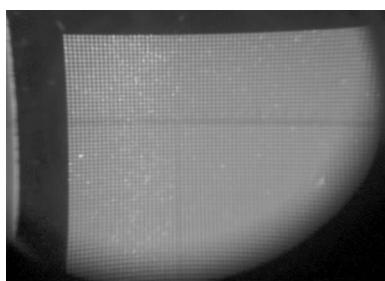


图1 Zara P/T现象示意图

Fig. 1 Schematic of Zara P/T phenomenon

3 Zara点状不良产生原因研究

造成Zara P/T的原因较多,一般认为主要影响因素有取向膜材料聚酰亚胺本身的特性、取向

膜形成的工艺和取向膜的取向摩擦过程^[6]。本文仅对TFT-FFS模式的PI配向膜涂布工艺及摩擦工艺两方面进行分析研究,并对Zara P/T产生原因进行了初步探讨。

首先,对于PI配向工艺而言。由于PI配向膜在进行预固化(Prebake)时,外边界受热面积大使得溶液浓度较内部的PI液浓度高,从而造成内部溶液向周边处扩散,聚合固化后形成较高的PI配向膜,此PI配向膜变化的区域被业内称为Halo区,如图2所示。以59.74 cm(23.6 in)PI 70 nm为例,我们测试了PI Halo区的宽度和峰值处PI厚度,如图3所示。PI Halo区的厚度明显高于正常区域PI厚度,当进行摩擦工艺时,由于Panel两侧的周边处均存在较高的PI膜,与显示区存在断差,在摩擦方向上容易形成棒状碎屑,散落在显示区(A-A区)造成Zara P/T。并且由于摩擦结束端Halo区的存在,在基板前进过程中,摩擦辊上带有的Zara P/T容易掉落在此区域,使此处的Zara P/T数量较多,而与摩擦方向垂直的两侧由于Halo区位于A-A区外,因此不良现象较弱。研究表明当PI溶液的固含量高时,Halo区域小,Zara P/T的发生率相对较低。日本J社也进行了不同固含量的PI液测试,结果证明不同固含量的PI液Zara P/T的发生率有很大不同。但是由于不同型号PI液在使用上存在更换时间长等诸

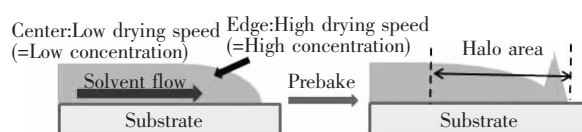


图2 Halo区示意图

Fig. 2 Schematic of Halo area

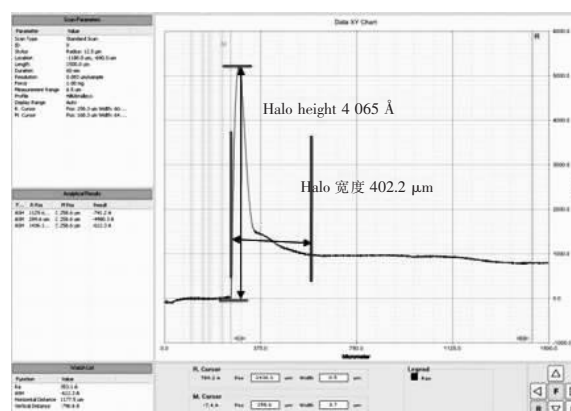


图3 PI Halo区域宽度与峰值

Fig. 3 Width and thickness of PI Halo area

多不利因素,因此面板厂商多从工艺角度进行相关改善对策。另一种说法认为,PI 配向膜平整度差是引起 Zara P/T 的一方面原因。当 PI 溶液滴在玻璃基板上时,为了使 PI 配向膜较薄,所以液滴点间距(Dot Pitch)较大,在 Prebake 过程中,玻璃基板上的溶液未能完全扩散就已经完成固化,造成 PI 膜平整度低。当经过摩擦时,平面的段差造成摩擦工艺的微小变化,从而产生了细小的 PI 碎屑。随着机台运动和摩擦辊转动,部分碎屑被带到 Panel 边缘区,由于彩膜(Color Filter(CF))基板周边设计的假像素(Dummy Pixel)和补偿柱状隔垫物(Dummy photo spacer(PS))与 A-A 区存在的段差,使 PI 碎屑聚集沉积在周边,造成 CF 两侧 Zara P/T 不良高发。实验证明适当的增加 PI 膜厚度可以使配向膜表面平整度得到有效改善,减少 Zara P/T 发生率,但并不是 PI 膜越厚越好,当 PI 膜过厚时会对显示功耗等方面造成影响^[7]。本文通过选取不同的 PI 膜厚度,找出了具有量产性的条件。

其次,通过调整摩擦工艺参数也可以改善 Zara P/T 的发生。当摩擦强度低时,摩擦辊对玻璃基板上 PI 取向膜的摩擦力降低,从而减少了 Zara P/T 的发生率。不过由于不同的摩擦强度会造成预倾角变化,影响液晶分子取向度,即引起锚定能变化,造成摩擦 Mura 等相关不良,所以选择合适的摩擦强度就显得尤为重要^[4,8,9]。本文通过调整摩擦布与玻璃基板接触宽度(Rubbing Nip)等条件使摩擦辊压入量得到调整,达到改善摩擦强度的目的,从而使摩擦后 PI 膜损伤降低,减少 Zara P/T 发生率。

4 分析与改善

4.1 不良现象分析

通过显微镜观察能看到亮点状不良现象,剖屏后观测到 CF 基板上有棒状 P/T 小点,去除液晶后依然存在,将 PI 配向膜去除后再进行确认,发现不良现象消失,初步判断是对盒前工艺造成,且为成盒(Cell)段工艺造成。通过扫描电子显微镜(SEM)观察亮点处 P/T,发现此 P/T 直径为 0.4 μm ,而摩擦布绒毛直径为 14 μm 左右,故判断此 P/T 不是摩擦绒毛脱落造成,如图 4 所示。根据波谱分析,亮点成分与 PI 取向膜(SE-6414)上层成分相近,如图 5 所示。因此可以判断此类

不良即为摩擦工艺造成的 Zara Particle。虽然它的出现不会造成显示方面的不良,但是为提高产品品质和美观,各个面板厂都在致力改善此不良。

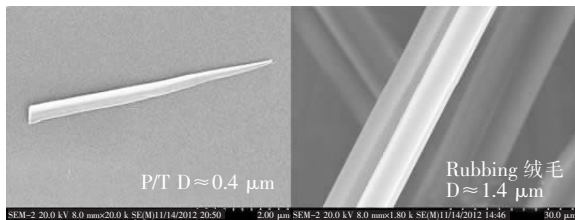


图 4 Zara P/T SEM 现象示意图

Fig. 4 SEM of Zara P/T phenomenon

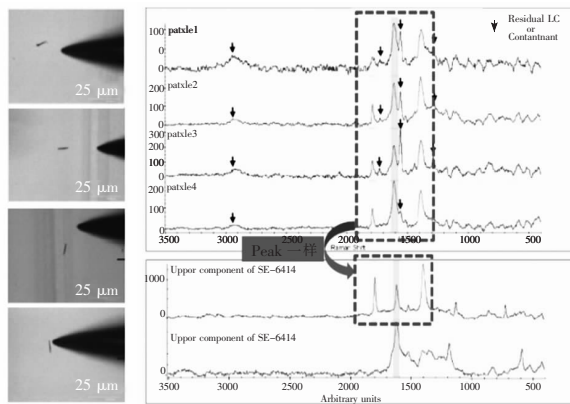


图 5 Zara P/T 波谱分析示意图

Fig. 5 Spectrum analysis of Zara P/T

4.2 不良改善

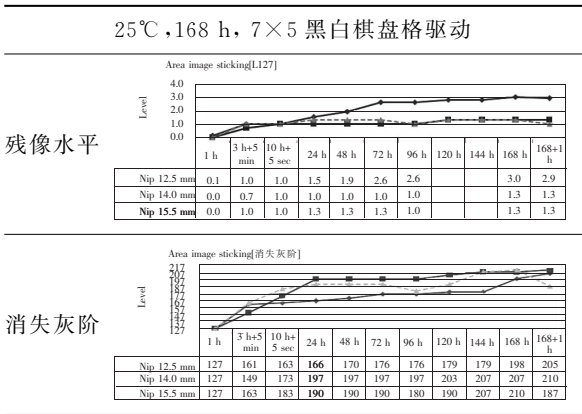
实验测试用的液晶面板由 TFT-LCD 生产工艺制备,为 TFT-FFS 型常黑模式,对角线尺寸为 59.74 cm(23.6 in)新产品。实验通过调整 PI 配向膜厚度,接触宽度来控制 Zara P/T 的发生率。设定 PI 膜厚度为 70 nm,120 nm,接触宽度为 12.5 mm,14.0 mm,15.5 mm,实验其他条件同量产。由于 Zara P/T 在成盒检测(Cell Test)工位检出率低,所以此实验以模组中 Zara P/T 发生比率为准。

考虑到实验成本问题,我们进行了部分因子实验,具体条件(Split)信息见表 1 所示。分别制备了各 PI 配向膜厚度的模组 300 片,点灯测试 Zara P/T 发生率。通过对比不同 PI 膜厚的数据可以看出,当 PI 膜厚度在 70 nm 时 Zara P/T 高发,将 PI 膜厚度调整到 120 nm 后,Zara P/T 得到明显改善。因此 PI 工艺以 120 nm 为基础进行其他不良的改善。考虑到不同摩擦强度可能对画

表 1 PI 配向膜厚度测试条件
Table 1 PI Thickness test split item

Split	PI Thickness/ nm	Rubbing nip/ mm	Zara P/T 发生率/%
1	70	12.5	21.2
2	120	12.5	0.33
3	120	14.0	1.69
4	120	15.5	5.88

表 2 产品残像评价报告
Table 2 Product evaluation report of image sticking



面残像造成影响,因此我们进行了品质评价(Quality Evaluation),测试不同摩擦强度下残像水平。测试条件:25℃、168 h,高温老化室,TFT-LCD 模块 7×5 黑白棋盘格画面驱动下,经过高温老化室老化,冷却 1 h 后切换至 L127 画面,在

暗室中对 TFT-LCD 画面进行数码拍照,经过图像处理得出面影像残留数值,然后进行“面影像残留”水平判定。表 2 为残像评价结果。

5 结果与讨论

从表 1 的结果看,Zara P/T 均有不同程度发生。其中 Split2、Split3 较低,PI 膜厚均为 120 nm,接触宽度 12.5 mm,14.0 mm 均满足量产要求。考虑到摩擦强度对面残像的影响,我们进行了残像评价。从表 2 的残像结果分析,接触宽度 15.5 mm 的残像结果最好,168 h 后残像水平 1.0,但是由于 Zara P/T 发生率超出量产水平,所以目前无法实现量产;接触宽度 12.5 mm 的 Zara P/T 发生率最低,但是由于残像水平不达标,也无法进行量产;接触宽度 14.0 mm 的 Split 虽然 Zara P/T 发生率高于 Split2 的,但是由于其残像水平满足要求,故具有量产性。

6 结 论

通过以上研究,得出以下结论:PI 配向膜厚度和摩擦强度对 Zara P/T 的产生有直接影响。增加 PI 膜厚度对 Zara P/T 的发生率有明显改善;当摩擦强度增加时,Zara P/T 发生率呈现增长趋势,但由于面板内液晶分子的取向度随摩擦强度的增大而增大,最后达到饱和^[8],直接影响了显示残像等级,故选择合适的摩擦强度才能使 Zara P/T 和残像水平均满足量产要求。

参 考 文 献:

[1] 石天雷,杨国波,刘亮,等. ODF 工艺用封框胶的研究 [J]. 光电子技术,2011,31(3):211-214.

[2] 杨国波,王永茂,赵军,等. ODF 工艺的进展 [J]. 光机电信息,2011,28(1):23-27.

[3] 马新利,黄子强. FFS 宽视角技术的发展 [J]. 光电子技术,2006,19(1):8-13.

[4] 乌日娜,沈冰,彭增辉,等. 摩擦强度对取向膜表面液晶取向度的影响 [J]. 液晶与显示,2002,17(6):450-455.

[5] 王新久. 液晶光学和液晶显示 [M]. 北京:科学出版社,2006:239-245.

[6] 王永,孙士祥,陈羽,等. 液晶显示器取向膜性能的影响因素分析 [J]. 现代显示,2010,109:19-21.

[7] 刘呈贵,李永忠,高升. PI 厚度对 LCD 功耗电流的影响 [J]. 液晶与显示,2000,15(1):61-66.

[8] 李凌,郭晓霞,隋郁,等. 高预倾角液晶显示器用聚酰亚胺定向材料的研究(Ⅱ) [J]. 功能材料,2001,32(3):327-329.

[9] 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.