

文章编号:1007-2780(2017)06-0455-06

TFT-LCD 边角漏光不良机理分析及改善研究

见帅敏*, 解 洋, 夏高飞, 孙禄标, 孟维欣, 申 澈, 郭 建
(鄂尔多斯市源盛光电有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017000)

摘要:目前,薄膜晶体管型液晶显示器(Thin-Film Technology Liquid Crystal Display, TFT-LCD)已成为显示领域的主流产品,而液晶面板是 TFT-LCD 的一个重要组成部分。LCD 边缘漏光会导致画面失真,影响可视效果,造成画面显示品质下降、良率降低,因此改善边缘漏光成为急待解决的问题。本文研究了液晶与 PI 膜层取向异常对边角漏光的影响、LC Pattern 设计对边角漏光的影响、Si-Ball 型号对边角漏光的影响等,结果证明 LC Pattern 设计对边角漏光具有较好的改善效果,Pattern 拉伸可改善边角漏光但更易造成液晶穿刺现象,小滴优化不仅能改善边角漏光而且也能防止液晶穿刺。另外小型 Si-Ball 对边角漏光改善效果最优,同时从信赖性验证等方面可以排除较小 Si-Ball,限定出 Si-Ball 选择范围。

关键词: TFT-LCD; 边角漏光; LC Pattern; Si-Ball

中图分类号: TP394.1; TH691.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20173206.0455

Analysis and improvement of TFT - LCD edge light-leaking mechanism

JIAN Shuai-min*, XIE Yang, XIA Gao-fei, SUN Lu-biao,
MENG Wei-xin, SHEN Che, GUO Jian

(Ordos Yuansheng Optoelectronics Co.Ltd, Ordos 017000, China)

Abstract: At present, Thin Film Transistor Liquid Crystal Display (TFT - LCD, Thin - Film Technology Liquid Crystal Display) has become the mainstream in the field of Display products, and LCD panel is an important component of TFT - LCD. LCD edge light-leaking can cause image distortion, affect the visual effects, resulting in lower quality display screen and yield, thus improving the edge light-leaking become an urgent problem to be solved. This paper studies the influence of the abnormal orientation of liquid crystal and PI film on the edge light-leaking, the influence of LC Pattern design on edge light-leaking, and the influence of the Si - Ball edge light-leaking. The result illustrates the LC Pattern design for edge light-leaking improvement has a good effect, the pattern drawing is more likely to cause LCD puncture phenomenon, the droplet optimization can be relatively better. The effect of small Si - Ball on the edge light-leaking is the best. Meanwhile, we eliminated the smaller silicon ball by reliability verification and found the range of Si-Ball. Excluding small Si-Ball limits the choice of Si-Ball from the reliability of validation and others.

Key words: TFT-LCD; edge light-leaking; LC pattern; Si-Ball

收稿日期:2016-12-20;修订日期:2017-02-28.

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

1 引言

TFT-LCD 产业近年来取得了极大的发展,液晶显示面板因其重量轻、体积小、耗电低等优点,已广泛应用于各种信息、通讯和消费性电子产品中。同时液晶显示面板行业的竞争日趋激烈,各厂家都通过采用新技术,以降低产品的成本,提高各自产品的竞争力,抢占市场^[1]。

液晶显示面板总括来说主要由 TFT 和 CF 两基板组成,其中 ODF 工艺是在 TFT 面板上滴注液晶和在 CF 基板涂覆 Seal 胶,通过真空贴合形成 Cell。LCD 产品的显示主要是通过 TFT 电路来控制 Cell 内液晶的偏转,利用其对光线的各向异性选择光线通过,经过 CF 的彩色滤光作用从而形成我们所看到的彩色画面^[2]。为了使液晶显示面板呈现出来视觉满意的显示效果,LCD 产品根据各自型号规格计算出理论的 LC Amount、设计对应 LC Pattern^[3]。

根据 LCD 产品的显示特性,一般地,我们将显示区域简称为 AA(Active Area)区,目前盛行的 ADS(Address Display System)驱动产品在正常状态下为暗黑模式,不加信号的时候显示屏呈全黑的暗态,光线无法透过液晶显示屏。这种暗黑状态下漏光的存在会严重降低整个显示屏的视觉效果,尤其是漏光区域越大,视觉效果越差,使消费者没有较好的视觉体验感。因此漏光不良的消除和改善以提高 LCD 产品的视觉效果成为高品质显示屏的主流趋势。

从近年的 LCD 边角漏光研究文献来看漏光不良的改善尚未提出较为详细和系统的文章,研究者大都对此寥寥数笔带过。一般情况下 LCD 产品漏光风险,许多面板厂家通过后段 Aging 或是 Sorting 出货来避免不良屏流入到市场,而这种改善措施不能从根本上有效的避免边角漏光的发生,同时也大大增加了生产成本^[4]。

本文从实验出发,分析边角漏光不良 Panel,通过 LC 取向、LC Pattern 设计、Si-Ball 型号等方面验证其对边角漏光的影响,分析得出 LCD 产品漏光机理并提出改善措施,为 LCD 显示面板边角漏光改善提供了解决方案,同时也为后续新产品的开发提供了工艺可行性。

2 实验与分析

2.1 实验设备

本 LCD 边角漏光改善实验所需实验设备及材料如下:LCD 线体常规设备(CF + Array + Cell 工艺设备);液晶材料;Si-Ball:A、B、……F、G 七种型号等。

2.2 实验与分析

目前 LCD 产品常见的边角漏光现象如图 1 所示,漏光位置主要集中在 Panel 的边缘,在背光下可见 Panel 的边缘位置存在小型片状漏光区域或是密集彩点。

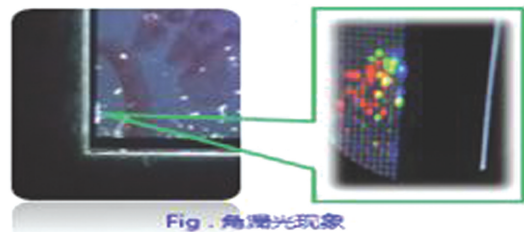


图 1 边角漏光现象

Fig1 Phenomenon of edge Light-leaking

以某一新产品为例,首次 EN 边角漏光发生率高达 92%,ET 点灯不良位置多发生在 Panel 四角位置,表现为单个或多个密集亮点聚集形态。显微镜下观察漏光位置 RGB 亚像素存在不规则发亮区域;敲击后观察 NG 区域漏光消失,Loupe 下亚像素亮点消失;Aging 后观察 NG 区域角漏光消失,且放置不会复现;对角漏光发生 Panel 和 OK Panel 进行 Cell Gap 测量对比,测试结果如图 2 所示。

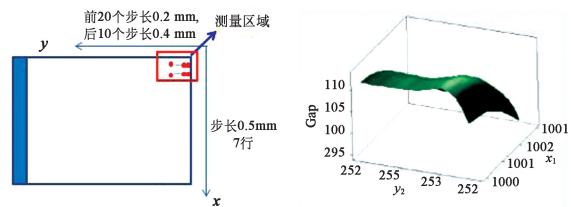


图 2 NG Panel 漏光区域 Cell Gap 确认

Fig.2 NG Panel light leakage area Cell Gap confirmation

从图 2 中可以看出,OK 区域和 NG 区域 Gap 对比漏光区域整体 Cell Gap 较正常区域偏高。从以上微观现象和测量数据推测,发生边角漏光原因

主要为以下两方面:①漏光区域液晶配向性存在异常导致光线透过而发亮,Aging 和敲击后不良消失。②漏光区域 Cell Gap 偏高,导致此处液晶扩散程度受到限制,不能充分填充 AA 区域而漏光,Aging 和敲击达到液晶扩散不良消失。故而从液晶的取向及液晶的扩散相关方面进行验证。

2.3 液晶取向对边角漏光的影响

2.3.1 实验设计

从 PI 工艺流程可知 PI 液涂覆到 PI 膜的形成主要影响因素为 PI 膜固化时间与固化温度,以及 UV 能量^[5],因此从以上几点进行液晶取向相关 Split 验证,提高 LC 与 PI 膜间的取向能力,探究角漏光发生情况。为了研究液晶取向对边角漏光的影响,我们做了如表 1 所列举的 Split 测试:

Tab.1 PI 膜配向能力提升 Split

Tab.1 Split of improving PI alignment ability			
No.	OA Energy	固化时间	固化温度
Split1	Normal	Normal	
Split2		Time 延长①	Normal
Split3		Time 延长②	
Split4			升温
Split5	Energy 增大	Normal	Normal
Split6	Energy 减小		

2.3.2 分析结果

LCPattern 选用同种“工字型”Pattern,液晶量、PI 固化温度、PI 固化时间、Si-Ball 型号等保持相同条件,对表 1 中 Split 进行逐一验证,得到角漏光发生结果如图 3 所示。

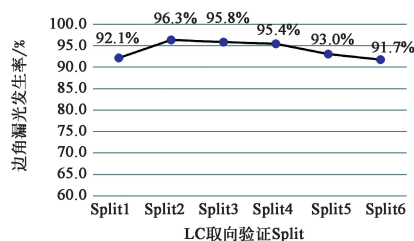


图 3 液晶取向对边角漏光验证结果

Fig.3 Verification results of LC orientation for Edge Light-leaking

图 3 结果显示边角漏光不良发生与目前 PI、OA 等工艺条件无强相关性,优化 LC 与 PI 取向能力的 Split 边角漏光发生率与未改善前 Normal

条件持平,无明显改善。

2.4 LC Pattern 对边角漏光影响

2.4.1 实验设计

为了研究 LC Pattern 对边角漏光的影响,我们做了以下实验研究:从 LC Pattern 的拉伸、小滴优化等方面进行 LC Pattern 影响因素探究^[6],设置一系列 LC Pattern Split 寻找最优改善 LC Pattern。其中,Split 1-7 为 LC Pattern 拉伸,Split 8-10 为小滴优化 LC Pattern(Panel 内总液晶量恒定);

2.4.2 分析结果

LCPattern 验证选用不同种 Pattern 设计,液晶量、PI 固化温度、PI 固化时间、Si-Ball 型号等保持相同条件,对 2.4.1 中提及 Split 进行逐一验证,得到边角漏光发生情况如图 4 所示。

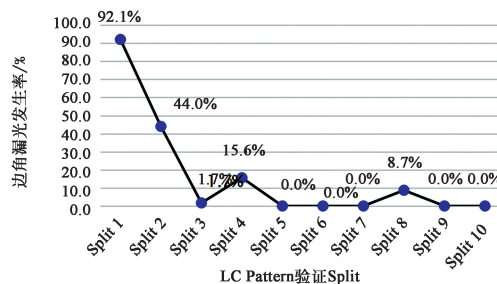


图 4 LC Pattern Split 边角漏光验证结果

Fig.4 Verification results of LC Pattern Split for Edge Light-leaking

图 4 LC Pattern Split 验证结果显示,Pattern 拉伸和小滴优化对边角漏光均有明显的改善,随着 Pattern 向外拉伸程度的增加边角漏光发生率逐渐降低,甚至降低至 0%。但据此还不能选择最优 Pattern,因为随着 LC Pattern 向 Panel 边缘拉伸,液晶穿刺现象也会随之发生,Pattern 距离周边距离越近液晶穿刺程度越严重^[7]。液晶穿刺不良现象如图 5 所示。

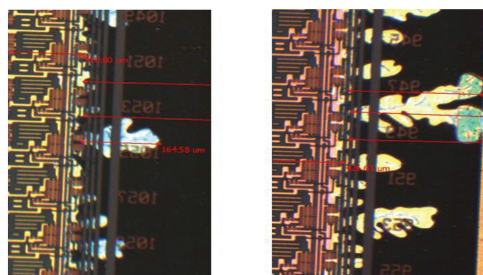


图 5 液晶穿刺不良示意图

Fig.5 Macro diagram of seal leak

再次对上述 LC Pattern Split 在显微镜下进行液晶穿刺现象确认,确认结果如图 6 所示。

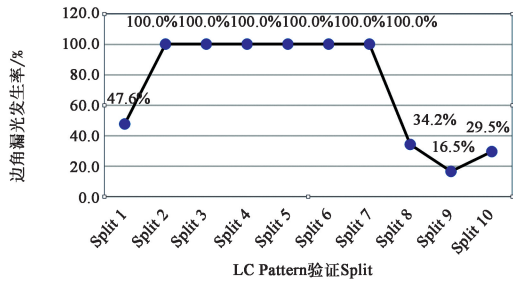


图 6 LC Pattern Split 液晶穿刺确认

Fig.6 Seal Leak confirmation of LC Pattern Split

结合图 4 和图 6 结果分析研究,LC Pattern Split9 小滴优化条件对边角漏光改善效果最优,在消除边角漏光不良的同时可以有效控制液晶穿刺范围在 30% 以内,从而很好地实现边角漏光改善。

2.4.3 改善机理研究

LC Pattern 距离 Panel 边角位置过远,导致成盒后液晶不能完全扩散至边角部分区域,因而发生漏光不良,不良发生示意图如图 7 所示。



图 7 LC Pattern 影响边角漏光示意图

Fig.7 LC Pattern edge horn light-leaking diagram

如图 7 示意图所示,针对 LC Pattern 距离 Panel 边角位置距离过远引起对合后液晶扩散不充分,调整 LC Pattern 滴下方式,缩小 Pattern 距边角距离或是 Pattern 小滴优化提高边角填充范围,使液晶完全覆盖整个 AA 区域,以解决边角位置漏光,如图 8 为 LC Pattern 优化改善机理图。

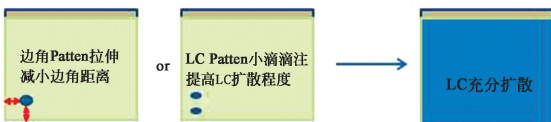


图 8 LC Pattern 改善机理图

Fig.8 LC Pattern improvement mechanism diagram

Pattern 优化需要重点关注的是 LC 穿刺情况,最优 Pattern 应同时满足边角漏光改善和较

低液晶穿刺程度。

2.5 Si-Ball 对边角漏光的影响

2.5.1 实验设计

为了研究 Si-Ball 型号对边角漏光的影响,我们做了以下实验研究:设置一系列不同 Si-Ball 型号 Split 实现周边不同 Gap 值,验证边缘不同 Gap 情况下的角漏光发生情况,确认出最优 Si-Ball 大小。验证 A、B、……F、G 七种 Si-Ball 型号 ($A < B < \dots < F < G$)。

2.5.2 分析结果

Si-Ball 型号验证选用不同大小的 Si-Ball 型号,液晶量、PI 固化温度、PI 固化时间、LC Pattern 等保持相同条件,对 2.5.1 中提及的几种 Si-Ball 型号(A、B……F、G)进行逐一验证,得到角漏光发生结果如图 9 所示。

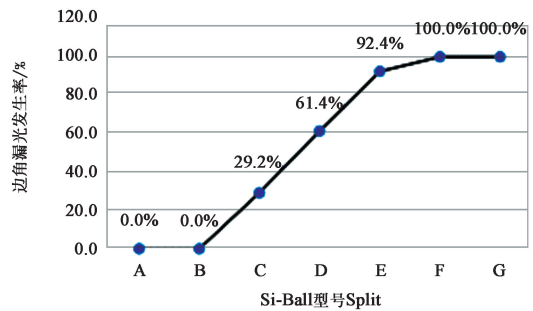


图 9 Si-Ball 型号对边角漏光改善结果

Fig.9 Edge Light-leaking improvement results of Si-Ball type

结合图 9 结果分析看,相同 LC Pattern 情况下,改用不同型号 Si-Ball 角漏光发生率随着 Si-Ball 型号的减小而降低。Si-Ball 选取越小角漏光发生率越低。但同时应当避免 Si-Ball 选取过小而导致的边框 Mura 等不良发生,A Si-Ball 在模组点灯时可见明显框 Mura 现象图 10,而 B Si-Ball 则相对 OK。



图 10 边框 Mura 不良现象

Fig.10 Phenomenon of Edge Mura

2.5.3 改善机理研究

Si-Ball 大小选取不适过大易导致 Panel 边缘位置 Gap 较 AA 区偏高,成盒时液晶扩散至边角位置时易形成细微真空区域,加背光时可见点状漏光^[8],图 11 为 Gap 过大边角漏光发生示意图。

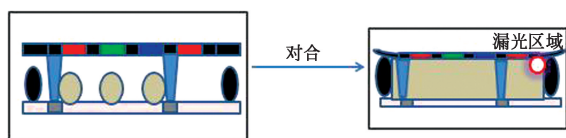


图 11 Si-Ball 型号边角漏光示意图

Fig.11 Si - Ball edge horn light-leaking schematic diagram

针对 Si-Ball 大小选取不当(过大)易导致 Panel 边缘位置 Gap 较 AA 区偏高,成盒时液晶扩散至边角位置时易形成细微真空区域,故调整 Si-Ball 大小,选取合适大小 Si-Ball 维持 AA 区域与边缘区域 Gap 一致性,提高 LC 边缘扩散效率^[9-10],解决边角位置漏光,如图 12 为 Si-Ball 优化改善机理图。



图 12 Si-Ball 型号改善机理图

Fig.12 Si - Ball model improvement mechanism diagram

3 结 论

本文探讨了液晶显示面板有关边角漏光的问题,从实验的方向进行了相关改善因素验证。验证了液晶与 PI 膜层取向异常对边角漏光的影响、LC Pattern 设计对边角漏光的影响、Si-Ball 型号选取对边角漏光的影响。结果证明 LC pattern 设计对边角漏光改善具有较好的效果,Pattern 拉伸可改善边角漏光但更易造成液晶穿刺现象,小滴优化不仅能改善边角漏光而且也能防止液晶穿刺。小 Si-Ball 对边角漏光改善效果最优,同时从信赖性验证等方面排除较小 Si-Ball 限定出 Si-Ball 选择范围。本文从工艺方面对漏光改善提供了工艺可行性和改善方向,并给出边角漏光改善机理。

参 考 文 献:

- [1] 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.
YANG G B, WANG Y M, ZHAO J, et al. Development of ODF process [J]. *OME Information*, 2011, 28(1): 23-27. (in Chinese)
- [2] 胡娟.TFT—LCD 液晶成盒技术综述[J].科学与财富,2016(9):7-8.
HU J. Overview of TFT - LCD liquid crystal cartridge technology [J]. *Science and Wealth*, 2016(9):7-8. (in Chinese)
- [3] 杨国波,王永茂,王向楠,等.ODF 工艺中液晶滴下量的优化[J].液晶与显示,2011,26(3):324-328.
YANG G B, WANG Y M, WANG X N, et al. Optimization of LC drop amount in ODF and PS process [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(3): 324-328. (in Chinese)
- [4] HIRAI A, ABE I, MITSUMOTO M, et al. One drop filling for liquid crystal display panel produced from larger-sized mother glass [J]. *Hitachi Review*, 2008, 57(3): 144-148.
- [5] 周艳琼,白木.液晶显示技术综述[J].影像技术,2002(4):10-15.
ZHOU Y Q, BAI M. A review on liquid crystal display technology [J]. *Image Technology*, 2002(4): 10-15. (in Chinese)
- [6] 田民波,叶锋.TFT 液晶显示原理与技术[M].北京:科学出版社,2010:5-40.
TIAN M B, YE F. *TFT LCD Display Principle and Technology* [M]. Beijing: Science Press, 2010: 5-40. (in Chinese)
- [7] 李冰,李新贝,张方辉.液晶灌注工艺研究[J].现代显示,2006(9):35-38.
LI B, LI X B, ZHANG F H. Research on the technology of liquid crystal perfusion [J]. *Advanced Display*, 2006 (9): 35-38. (in Chinese)

- [8] 邱永亮,李荣玉,顾筠筠.TFT-LCD 制造过程中的盒厚控制工艺研究[J].现代显示,2008(6):33-35,58.
QIU Y L, LI R Y, GU Y Y. LCDs gap control in TFT-LCD production [J]. *Advanced Display*, 2008(6): 33-35, 58. (in Chinese)
- [9] 乔中莲,马国恒,杨东升,等.液晶显示的一体化应用[J].现代显示,2012(6):31-35.
QIAO Z L, MA G H, YANG D S, *et al.* Integration application of liquid crystal display [J]. *Advanced Display*, 2012(6): 31-35. (in Chinese)
- [10] 彭志红,袁野,林韵英,等.国内液晶显示技术的发展概况[J].电视技术,2013,37(S2):425-426.
PENG Z H, YUAN Y, LIN Y Y, *et al.* Development review of crystal liquid display in China [J]. *Video Engineering*, 2013, 37(S2): 425-426. (in Chinese)

作者简介: 见帅敏(1992—),男,陕西宝鸡人,本科学位,主要从事 TFT-LCD 工艺研究。E-mail: jianshuaimin@boe.com.cn