

ADS TFT-LCD贴合产品按压漏光研究及改善

桂继维, 胡亮, 李利杰, 洪性坤, 董天松, 刘洋, 章亨, 聂学政, 王维维

引用本文:

桂继维, 胡亮, 李利杰, 等. ADS TFT-LCD贴合产品按压漏光研究及改善[J]. 液晶与显示, 2020, 35(8): 808–815.

GUI Ji-wei, HU Liang, LI Li-jie, et al. Improvement of press light-leakage in ADS TFT-LCD joint production[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2020, 35(8): 808–815.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.37188/YJYXS20203508.0808>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

窄长型车载液晶显示屏黑画面漏光研究及改善

Research and improvement of black screen light leakage in narrow-length automotive display

液晶与显示. 2019, 34(10): 982–991 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193410.0982>

ADS TFT-LCD漏光敏感性影响因素研究与改善

Research and improvement of influencing factors on ADS TFT-LCD light leakage sensitivity

液晶与显示. 2018, 33(12): 989–995 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183312.0989>

高世代线TFT-LCD面板对盒精度的提升

Ass'y margin improvement of high-generation line's TFT-LCD panel

液晶与显示. 2019, 34(2): 136–145 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20193402.0136>

晕开不良修复方法及影响因素的研究

Particle gap repair method and effect actors analysis

液晶与显示. 2017, 32(2): 110–116 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20173202.0110>

Rubbing Mura产生机理及改善研究

Principle and improvement research of rubbing Mura

液晶与显示. 2018, 33(6): 469–474 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183306.0469>

文章编号:1007-2780(2020)08-0808-08

ADS TFT-LCD 贴合产品按压漏光研究及改善

桂继维, 胡 亮*, 李利杰, 洪性坤, 董天松, 刘 洋, 章 亭, 聂学政, 王维维
(福州京东方光电科技有限公司, 福建 福州 350000)

摘要: 按压漏光是发生在 ADS TFT-LCD 贴合产品上的一种漏光不良, 本文对 8.5G 工厂 1 225 mm (55 in) 产品按压漏光的发生原因进行分析, 发现漏光为玻璃基板固定位置受外部应力作用形变导致。同时分析了辅助封框胶排布、封框胶固化前外部应力对基板的影响等。通过改变翻转台运动方式, 能有效改善按压漏光发生程度, 按压漏光发生等级由 Level 2 (L2, 客户不接受等级) 下降至 Level 1 (L1, 客户接受等级)。该方法的首次导入, 为后续其他产品漏光的解决提供了思路。

关键词: 按压漏光; 应力; 形变; 翻转台

中图分类号: TP394.1; TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.37188/YJYXS20203508.0808

Improvement of press light-leakage in ADS TFT-LCD joint production

GUI Ji-wei, HU Liang*, LI Li-jie, HONG Xing-kun, Dong Tian-song,
LIU Yang, ZHANG Ting, NIE Xue-zheng, WANG Wei-wei

(Fuzhou BOE Optoelectronics Technology Co., Ltd., Fuzhou 350000, China)

Abstract: Press light-leakage was a defect in the joint production of ADS TFT-LCD. In this paper, the causes of press light-leakage in 1 225 mm (55 in) product based on 8.5G factory are analyzed. It is found that the light-leakage of fixed position is caused by external stress deformation. At the same time, the influence of the pattern of sealant on glass, and the stress of glass before sealant cured are studied. The defect is effectively improved by changing the motion mode of turn-over, the light-leakage level dropped from the second level 2 (L2, the phenomenon of customers don't accept) to the first level (L1, the phenomenon of customers accept). In addition, the method is implemented for the first time, and provides an idea for solving light-leakage for other products.

Key words: press light-leakage; stress of glass; deformation; turn-over

1 引言

近年来, 薄膜晶体管液晶显示器 (TFT-LCD)

以环保、轻薄、高性能等优点, 广泛应用于手机、电脑、电视等电子显示产品中^[1-6]。TFT-LCD 有多种显示模式, 如扭曲向列型 (TN)、垂直排列型 (VA)、平面转换型 (IPS)、高级超维场转换型

收稿日期: 2019-11-26; 修订日期: 2020-02-08.

* 通信联系人, E-mail: huliang@boe.com.cn

(ADS)等。VA、IPS 和 ADS 模式因其具有广视角、高透过率和高对比度等优点,多应用在电视和显示器等产品上。随着液晶显示技术的发展,人们对液晶显示器显示品质要求不断提高。漏光是影响画面显示品质的一种常见不良,按压漏光是发生在贴合产品上的一种漏光不良。产生漏光的原因有很多,与玻璃材料、液晶模式、机械结构等方面都有关系^[7]。一般认为,漏光发生的原因主要有两种:一种是阵列(TFT)基板和彩膜(CF)基板对盒偏移造成,当 TFT 基板和 CF 基板对盒偏移量过大时,CF 基板上黑矩阵(BM)无法有效遮挡背光,造成漏光,通过优化对盒精度可进行改善^[8]。另一种是 ADS 模式受到外部应力作用导致基板形变造成,由于玻璃的光弹性产生相位差,同时 ADS 和 IPS 模式的液晶各项异性会放大玻璃受压产生的相位差,产生漏光^[9-10]。按压漏光产生原因偏向第二种。

本文针对 8.5G 工厂 1 225 mm(55 in)贴合产品出现按压漏光,通过研究各外力因素验证其对按压漏光的影响,发现了导致按压漏光发生的原因,即真空对盒机械手(Vacuum Assembly System Robot Hand,VAS R/B)和紫外固化机械手(UV Cure Robot Hand,UC R/B)在搬运过程中对玻璃基板产生应力导致基板固定位置形变。通过导入翻转台(Turn Over,T/O)不翻转工艺,降低了按压漏光的发生等级,有效提高了产品品质。

2 实验数据

2.1 现象描述

实验测试用的玻璃基板由 TFT-LCD 生产工艺制备,样品分别来源于不同工艺条件生产的 1 225 mm(55 in)产品基板。在客户端组装成整机后显示屏(面板)的短边固定区域按压后漏光,

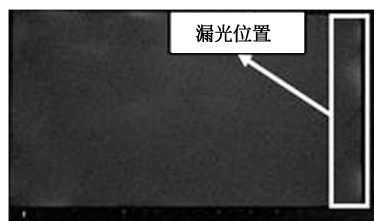


图1 按压漏光在面板上的位置

Fig.1 Position of press light-leakage in panel

在实验室灯箱上按压面板短边可复现漏光现象,漏光区域集中发生在面板短边位置,如图1所示。不良现象主要集中在 A/C 面板,如图2所示。

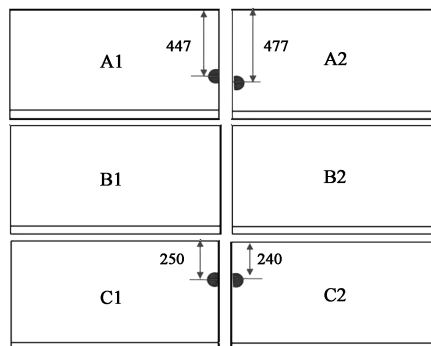


图2 按压漏光在玻璃上的位置

Fig.2 Glass mapping of press light-leakage

2.2 液晶盒厚测定

取按压漏光不良屏,分别测量正常区域及不良区域切割前后的液晶盒厚(Cell Gap)和扭曲角(Twist Angle),根据图3所示,无论切割前或是切割后不良区域与正常区域盒厚值差异较小,不良区域扭曲角在切割前较正常区域大,如图4所示。在不良区域将 CF 侧玻璃切断后,玻璃基板应力逐渐释放,不良区和正常区的扭曲角逐渐缩小,说明按压漏光区域,液晶的扭曲角受到应力影响。

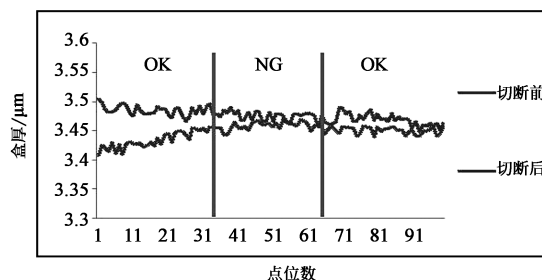


图3 切割前后盒厚测量值示意图

Fig.3 Measurement of cell gap before and after cutting

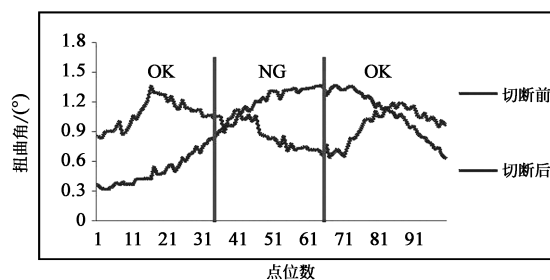


图4 切割前后扭曲角测量值示意图

Fig.4 Measurement of twist angle before and after cutting

2.3 封框胶干宽测定

封框胶的主要作用是粘结 TFT 和 CF 基板形成液晶盒,由于封框胶中加入部分添加物,封框胶对保证液晶面板盒厚均一性有一定的作用^[9]。选取不良屏,对不良区域的封框胶宽度进行测量,测量条件为:在面板短边两侧各选取 12 个测量点位,长边两侧选取 6 个测量点位,共 36 个点。测量结果如图 5 所示。测量结果显示,不良屏四周的封框胶宽度数据稳定,均一性较好,不良区与正常区封框胶宽度无明显差异。由此可见,封框胶宽度与按压漏光无明显关联。

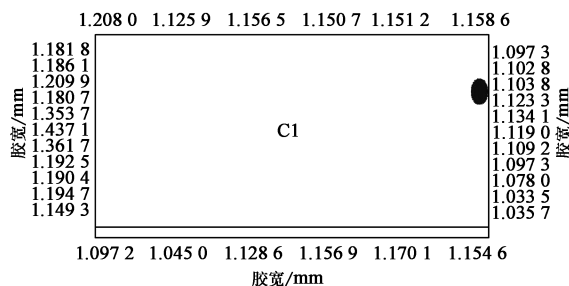


图 5 封框胶宽测量结果

Fig.5 Measurement of sealant width

2.4 翘曲度测定

分别取正常屏和不良屏测定漏光位置玻璃基板翘曲情况。如图 6 所示,CF 侧朝上时,正常屏的翘曲量基本上在 $0 \sim 0.1$ mm 之间。而不良屏漏光严重区域翘曲量大于 0.25 mm,非严重区域玻璃基板翘曲量均在 $0 \sim 0.1$ mm 之间。正常屏

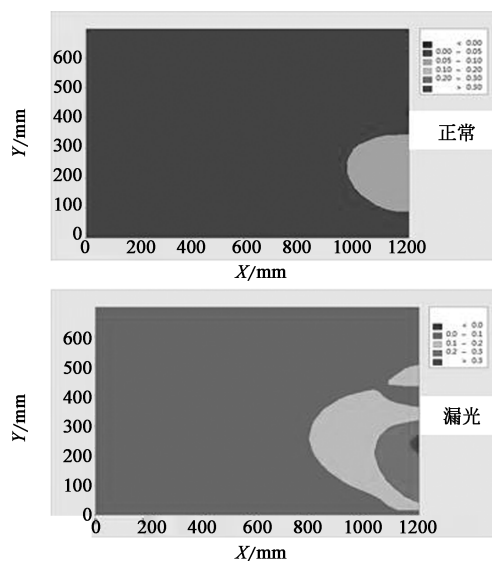


图 6 翘曲量测量结果

Fig.6 Measurement of bending

与不良屏漏光位置的同一区域基板翘曲量差异约 $0.1 \sim 0.15$ mm,与此同时,不良屏的漏光区域相比正常区域基板翘曲量差异近 $0.1 \sim 0.15$ mm。说明按压漏光可能是由于基板异常翘曲造成。为了确认按压漏光趋势与基板翘曲是否匹配,取不同漏光屏,在面板短边各取 10 个点,测量其翘曲量,并与漏光位置进行匹配,结果如图 7 所示。根据匹配结果可知,翘曲量偏高区域与漏光区域基本重合,因此,基板翘曲量偏大,应是造成该款产品出现漏光的原因之一。

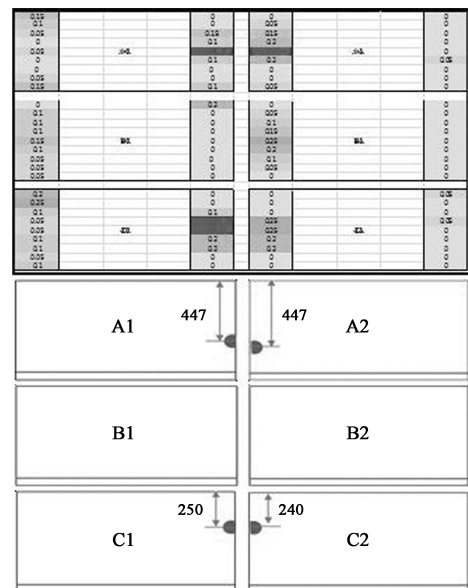


图 7 翘曲量匹配结果

Fig.7 Glass mapping of bending

2.5 实验结果分析

根据前面的现象和测量数据可知,漏光区域基板翘曲较大,不良区域扭曲角较大,切割后扭曲角逐渐减小,按压漏光与基板形变有关。

根据玻璃光弹性理论^[10]:玻璃在外力作用下会发生形变,出现双折射现象,产生相位延迟。在 ADS 模式,基板未受到外力时,液晶分子水平排列,光通过沿着垂直液晶分子排布方向射入后,振动方向不发生偏转,扭曲角趋近于 0° 。当液晶分子受到外力挤压时,液晶分子扭曲角发生变化,光线经过 TFT 侧偏光片 (Polarizer, POL)、TFT 侧玻璃、液晶层、CF 玻璃及偏光片,产生叠加的相位延迟,光线发生偏转,上偏光片无法完全遮光,发生漏光,如图 8 所示。与此同时,图 4、图 6 和图 7 测量结果验证了上述理论,因此玻璃固定位

置受到外力作用导致形变是这次按压漏光发生的根本原因。

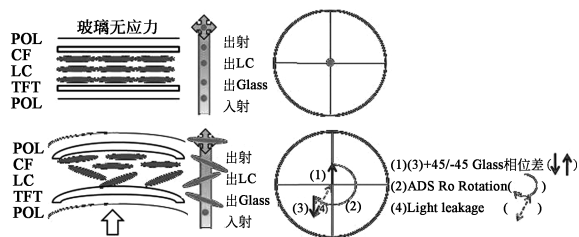


图 8 ADS 模式下液晶偏转状态

Fig.8 Deflection of liquid crystal state in ADS mode

3 结果与讨论

前文分析得知,玻璃固定位置受外力影响形变是造成本次漏光发生的原因,因此确认外力产生位置,减少玻璃基板形变是改善漏光的总体方向。本次漏光发生在切割前对盒基板的固定位置,首先排除切割工艺的影响。封框胶完全固化后,基板形变会固定,因此减少封框胶固化前玻璃的形变是本次改善的重点。辅助封框胶会影响基板受力^[11],封框胶固化前与基板接触的设备也可能对基板产生应力,包括 VAS 下支撑杆(Pin)、VAS R/B、UC R/B、T/O^[12-13]等,因此主要针对上述两个方面验证其对按压漏光的影响。

3.1 辅助封框胶排布对按压漏光的影响

参考其他 1 225 mm(55 in)未发生不良产品的辅助封框胶设计,在 1 225 mm(55 in)贴合产品上使用,如表 1 所示。两种设计的辅助封框胶在面板的排布有所不同:量产设计周边辅助封框胶贯穿整条边,A 系列和 B 系列之间、B 系列和 C 系列之间多一条横向辅助封框胶,新设计中所有辅助封框胶接口处均断开。辅助封框胶能够支撑对盒基板在搬送过程中的偏移以及有效防止 TFT 和 CF 基板剥离,量产设计中辅助封框胶在 A、B 系列和 B、C 系列之间增加一条辅助封框胶能更加有效地固化上下基板,防止基板偏移及剥离,故理论上量产设计辅助封框胶排布能更有效地减少外力影响,实际是量产设计产品反而发生按压漏光,因此辅助封框胶排布应不是造成基板受力不均的原因。变更新设计后,漏光等级并未减轻或消失,进一步验证了上述判断。

表 1 辅助封框胶排布对漏光的影响

Tab. 1 Influence of dummy seal pattern on press light-leakage

	量产设计	新设计
辅助封框胶排布		
漏光等级	Level 2 ↑	Level 2 ↑

3.2 封框胶固化前外部应力作用对按压漏光的影响

在液晶滴注(One Drop Fill, ODF)制程工艺中,TFT 和 CF 基板对盒后,通过 VAS R/B 取出成盒基板,经过 T/O 翻转再通过 UC R/B 搬送进入紫外固化炉进行固化^[14]。通过对比发现,不良发生位置与 UC R/B 有明显接触点,如图 9 所示。因此首先讨论 UC R/B 对基板应力的影响。

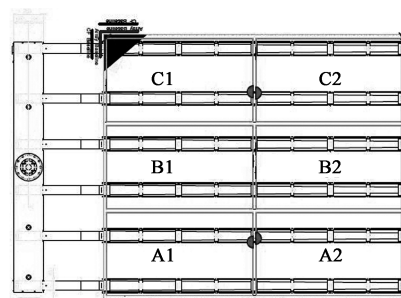


图 9 UC R/B 与玻璃不良位置图示

Fig.9 Glass mapping of UC R/B with defect

3.2.1 UC R/B 对漏光不良的影响

将成盒基板旋转 180°,确认旋转后不良位置是否会发生变化,结果如图 10 所示。玻璃基板旋转 180°后,漏光位置具有一定的对称性,基本与

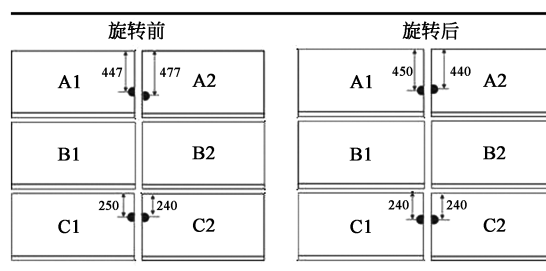


图 10 旋转 180°前后漏光位置

Fig.10 Light-leakage position before and after rotating 180°

旋转前漏光位置一致。旋转后,UC R/B 与基板干涉点并无明显变化,考虑到 UC R/B 和基板接触的对称性,说明 UC R/B 支撑点可能与本次漏光有关联。尝试对 UC R/B 做降速处理,在实验室观察漏光效果,如表 2 所示。对 UC R/B 降速处理后,不良程度并未减轻,因此 UC R/B 搬送速度不是造成本次按压漏光的原因。

表 2 UC R/B 对漏光不良的影响

Tab.2 Influence of light-leakage by UC R/B

No	测试条件	漏光等级
0	量产条件(未降速)	L2
1	UC R/B 速度降低 9%	L2 ↑
2	基板旋转 180°	L2

表 3 VAS 下 Pin 及 VAS R/B 速度对漏光不良的影响

Tab.3 Influence of VAS under Pin and VAS R/B on light-leakage

No	测试条件	漏光等级
0	量产条件(1 000 mm/min)	L2 ↑
1	VAS 下 Pin 速度 500 mm/min	L2 ↑
2	VAS 下 Pin 速度 100 mm/min	L3
3	VAS R/B 手臂取放片速度 30%	L2
4	VAS R/B 取放片速度 9%	L2
5	VAS R/B 取放片速度 9% & VAS 下 Pin 速度 100 mm/min	L2

3.2.3 T/O 对漏光不良的影响

成盒基板在翻转过程中,由 T/O 下基台支撑 Pin 承接对盒基板,同时支撑 Pin 对基板进行真空吸附,T/O 上基台的承接 Pin 下降,上下基台的承接 Pin 对成盒基板施加压力,T/O 进行翻转,支撑 Pin 翻转后在基板上部,承接 Pin 在基板下部,支撑 Pin 放气,基板因重力下落至承接 Pin,再由 UC R/B 取出,因此 T/O 的翻转模式以及支撑 Pin 和承接 Pin 之间的高度差值(Gap)也是影响基板受力的原因。为了确认 T/O 翻转与否以及支撑 Pin 和承接 Pin 之间的 Gap 对漏光不良的影响,进行以下测试,如表 4 所示。

根据表 4 可知,在进行 T/O 不翻转测试时,基板固定位置漏光等级为 Level 1 ↑ 级,而 Gap 值调整后,基板固定位置发生的不良严重性均大于

3.2.2 VAS 下 Pin 及 VAS R/B 对漏光不良的影响

TFT 和 CF 基板 VAS 设备成盒后,需由 VAS 下 Pin 升至与 VAS R/B 交互位置,由 VAS R/B 取出成盒基板。在下 Pin 上升过程中,基板会受到下 Pin 向上的应力,为了确认基板排出时 VAS 下 Pin 及 VAS R/B 对基板受力的影响,针对 VAS 下 Pin 上升速度及 VAS R/B 取放速度进行调整测试,测试结果如表 3 所示。

根据表 3 可知,无论是 VAS 下 Pin 上升速度降低还是 VAS R/B 取放速度降低,或者是二者同时降速,5 个测试条件均对按压漏光无改善效果,说明 VAS 下 Pin 上升速度及 VAS R/B 取放速度不是造成按压漏光的原因。

Level 2 级,故通过 T/O 不翻转生产能有效减轻漏光的发生,而 T/O Gap 值降低对减轻漏光不良的发生并无效果。结果表明,该不良的发生与 T/O 和支撑 Pin 及承接 Pin 之间的 Gap 值无关,与 T/O 是否翻转有一定的关系。

表 4 T/O 对漏光不良的影响

Tab.4 Influence of T/O on light-leakage

No	测试条件	漏光等级
0	量产条件(Gap 3 mm)	L2 ↑
6	T/O Gap 值 5 mm	L2
7	T/O Gap 值 2.5 mm	L2
8	T/O 不翻转	L1 ↑

为确认 T/O 不翻转是否对基板受力有改善作用,取显示屏进行翘曲量测量,测量结果如图 11 所

示。对比图 12,T/O 不翻转模式生产成盒基板翘曲量最大值为 0.2 mm,而量产模式最大翘曲量达 0.3 mm,很明显 T/O 不翻转模式生产的成盒基板的变形更小。对比改善前后漏光现象,如图 13 所示,翘曲量减小后,漏光程度明显下降,整体达到客户认可水平。因此 T/O 不翻转能有效改善玻璃形变量,是改善漏光不良的有效方法之一。

0				0				0				0
0				0.05				0				0
0.05				0.05				0				0
0.1				0.05				0				0
0.1				0.1				0				0.05
0				0.1				0				0.05
0				0.1				0				0
0				0.1				0				0
0				0.1				0				0
A1				A2								

0				0				0				0
0				0.05				0				0
0				0				0				0
0				0				0				0
0.05				0				0				0
0				0				0				0.05
0				0				0				0.05
0				0				0				0
0				0				0.05				0
0				0				0.05				0.05
0				0				0				0
B1				B3								

0				0				0				0
0.05				0.1				0				0.05
0.05				0.1				0				0.05
0				0.2				0				0.05
0				0.2				0				0.1
0				0.15				0				0.1
0				0.1				0				0.05
0				0				0				0.05
0				0.1				0				0.05
0				0				0				0
C1				C3								

图 11 T/O 不翻转条件下的玻璃翘曲量
Fig.11 Glass bending of non overturn type

0.15 0.1 0.05 0 0.05 0.15				0 0.15 0.1 0.1 0 0.05 0.15				0 0.05 0.15 0.2 0.2 0.05					
			A1							A2			
0 0.1 0.1 0.15 0.1 0.05 0.05				0 0 0 0.2 0.15 0.1 0				0 0.05 0.1 0.15 0.25 0.2 0.1 0.05 0					
			B1							B2			
0.2 0.25 0.1 0.05 0.05 0.1 0.1 0.05				0 0 0.1 0.25 0.2 0.2 0.2 0				0 0 0.25 0.25 0.2 0.2 0.2 0					
			C1							C2			

图 12 量产条件下的玻璃翘曲量
Fig.12 Glass bending of MP type

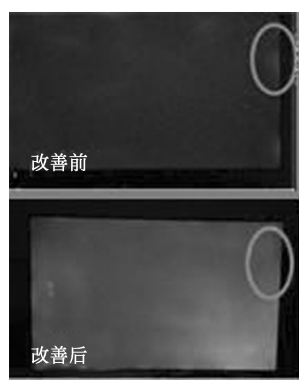


图 13 改善前后的漏光现象
Fig.13 Light-leakage before and after improvement

3.3 改善机理研究

已明确 T/O 不翻转模式是改善漏光不良的

有效方式之一,但不良发生位置与 T/O 上的支撑点并无明显干涉。在前文已讨论过 UC R/B 上的支撑点与漏光位置匹配,可能与漏光不良有一定的关联性。对不良位置与 VAS R/B 进行匹配,如图 14 所示,漏光严重位置与 VAS R/B 间距较大的区域高度匹配。通过模拟基板在 VAS R/B 和 UCR/B 上的受力情况,如图 15、16 所示,发现基板在 VAS R/B 和 UC R/B 上有受力叠加。VAS R/B 取出基板后,由于机械手臂中间位置无支撑面,导致基板下垂,翻转后 UV R/B 对该位置施加向上作用力,导致不良位置形变叠加,出现漏光。

针对 VAS R/B 间距过大问题,需增加 VAS R/B 对基板的支撑作用。但由于机械手臂与 VAS 设备内 Pin 的排布有干涉,已无位置在机械手臂上添加鱼骨加强支撑。UC R/B 间距因涉及 T/O 上的吸附垫片及 UV 设备内 Pin 位置干涉,也无法短期进行改善。最后通过导入 T/O 不翻转模式,有效改善了固定位置形变过大的问题,减轻了漏光不良发生程度。

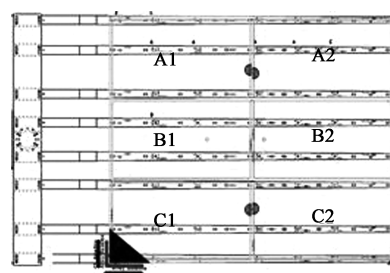


图 14 VAS 机械手与基板不良位置匹配
Fig.14 Glass mapping of VAS robot with defect



图 15 基板在 VAS 机械手臂上
Fig.15 Glass on VAS robot upper hand



图 16 基板在 UV 机械手臂上
Fig.16 Glass on UV robot hand

4 结 论

本文探讨了 8.5G 工厂 1 225 mm(55 in)贴合产品按压漏光问题,通过对影响按压漏光的各项因素进行分析,验证了辅助封框胶、UC R/B 取放速度、VAS 下 Pin 上升速度及 VAS R/B 取放速

度、T/O Gap 及 T/O 运动方式对按压漏光的影响。结果证明,T/O 不翻转模式对改善按压漏光有较好的效果,漏光等级从 L2 下降至 L1。结合对实际生产的影响和对比各项改善方案,成功导入 T/O 不翻转的运营方式,有效降低了按压漏光发生等级,为后续解决贴合产品类似问题积累了丰富经验,具有较高的参考价值。

参 考 文 献:

- [1] 黄锡珉.液晶显示技术发展轨迹[J].液晶与显示,2003,18(1):1-6.
HUANG X M. Road-map of LCD technology [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2003, 18 (1): 1-6. (in Chinese)
- [2] PAULUTH D, TARUMI K. Optimization of liquid crystals for television [J]. *Journal of the Society for Informa-tion*, 2005, 13(8): 693-702.
- [3] 张方晖,席俭飞,王秀峰,等.液晶面板取向层与液晶层界面的电荷累积效应分析[J].发光学报,2009,30(1): 123-125.
ZHANG F H, XI J F, WANG X F, *et al.* Analysis of the flaw of electric charges accumulation between alignment layer and liquid crystal layer of liquid crystal cell [J]. *Chinese Journal of Luminescence*, 2009, 30(1): 123-125. (in Chinese)
- [4] 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.(in Chinese)
PENG Z H, YUAN Y, LIN Y Y, *et al.* Development review of crystal liquid display in China [J]. *Video Engineer-ing*, 2013, 37(S2): 425-426. (in Chinese)
- [5] 王萌,杨槐.纳米管掺杂聚合物稳定蓝相液晶的电场响应性能[J].应用化学,2018,35(8):969-971.
WANG M, YANG H. Electrically responsive properties of carbon nanotube-doped polymer-stabilized blue phase [J]. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2018, 35(8): 969-971.(in Chinese)
- [6] 周梦,舒鹏,冯蓓,等.卵磷脂类液晶乳液的性能[J].应用化学,2018,35(10):1227-1233.
ZHOU M, SHU P, FENG B, *et al.* Properties of lecithin liquid crystal emulsion [J]. *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2018, 35(10): 1227-1233.(in Chinese)
- [7] 见帅敏,解洋,夏高飞,等.TFT-LCD 边角漏光不良机理分析及改善研究[J].液晶与显示,2017,32(6):455-460.
JIAN S M, JIE Y, XIA G F, *et al.* Analysis and improvement of TFT-LCD edge light-leaking mechanism [J]. *Chi-nese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(6): 455-460. (in Chinese)
- [8] 庞华山,高雪松,陈润,等.彩色滤光片 RGB 漏光不良工艺改善探究[J].科技创新与应用,2018(22):118-121.
PANG H S, GAO X S, CHEN R, *et al.* Research on the improvement of light leakage technology of color filter RGB [J]. *Technology Innovation and Application*, 2018(22): 118-121. (in Chinese)
- [9] YANG Y F, KIMAN K, QIN G K *et al.* Simulation and experimental study on light leakage in ADS mode LCDs [J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2014, 45(1): 1251-1254.
- [10] YOU J, JIA Q, YANG Y F, *et al.* Improvement of dark state light leakage in ADS mode LCDs [J]. *SID Sym-posium Digest of Technical Papers*, 2015, 46(1): 1544-1547.
- [11] 冯伟,张然,梁恒镇,等.ADS TFT-LCD 漏光敏感性影响因素研究与改善[J].液晶与显示,2018,33(12):989-995.
FENG W, ZHANG R, LIANG H Z, *et al.* Research and improvement of influencing factors on ADS TFT-LCD light leakage sensitivity [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(12): 989-995. (in Chi-nese)
- [12] 廖燕平,宋勇志,邵喜斌,等.薄膜晶体管液晶显示器显示原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2016.
LIAO Y P, SONG Z Y, SHAO X B, *et al.* *Thin Film Transistor Liquid Crystal Display* [M]. Beijing: Publish-ing House of Electronics Industry, 2016. (in Chinese)

- [13] 汪栋,袁剑峰,吴洪江,等.高世代线 TFT-LCD 面板对盒精度的提升[J].液晶与显示,2019,34(2):136-145.
WANG D, YUAN J F, WU H J, *et al.* Ass'y margin improvement of high-generation line's TFT-LCD 面板 [J].
Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays, 2019, 34(2): 136-145. (in Chinese)
- [14] 田民波,叶锋.TFT 液晶显示原理与技术[M].北京:科学出版社,2010.
TIAN M B, YE F. *Display Principle and Technology of Thin Film Transistor Liquid Crystal Display* [M].
Beijing: Science Press, 2010. (in Chinese)

作者简介:



桂继维(1989—),男,湖北孝感人,硕士,高级工程师,2015 年于湖南大学获得硕士学位,主要从事液晶面板制造成盒工艺的研究。E-mail: guijiwei@boe.com.cn



胡 亮(1985—),男,北京人,硕士,资深高级工程师,2010 年于北京航空航天大学获得硕士学位,主要从事液晶面板制造成盒工艺的研究。E-mail: hu-liang@boe.com.cn