

文章编号:1007-2780(2019)11-1067-06

平板电脑类产品暗态均匀性影响因素的研究与改善

姜勇勇*, 吴 健, 郭 栋, 廖伟经, 陈 健, 孙福坤, 张志华, 桂国友, 何睿智
(合肥鑫晟光电科技有限公司, 安徽 合肥 230012)

摘要:在 TFT-LCD 工艺制作过程中, 平板电脑产品一直存在暗态画面不均问题, 对产品良率的影响较大, 本文主要从产品设计、工艺参数调整、制程控制等方面进行研究, 分析产品暗态均匀性的影响因素。研究表明, 产品暗态均匀性主要受到暗态画面亮度和液晶显示器模组平坦度两个方面影响, 暗态画面亮度越低, 暗态均匀程度越好; 液晶显示器模组平坦度平坦度越好, 暗态均匀程度越好。结合实际生产, 通过这两个方面的改善, 探讨出一套暗态均匀性的管控改善方案, 有效地管控了暗态均匀性的程度。

关键词:薄膜晶体管液晶显示器; 暗态均匀性; 暗态亮度; 平坦度; 背光源

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20193411.1067

Analysis and improvement research of black uniformity for tablet personal computer production

JIANG Yong-yong*, WU Jian, GUO Dong, LIAO Wei-jing, CHEN Jian, SUN Fu-kun,
ZHANG Zhi-hua, GUI Guo-you, HE Rui-zhi

(Hefei Xinsheng Optoelectronics Technology Co. Ltd, Hefei 230012, China)

Abstract: Black nonuniformity is a serious defect in the production of TFT-LCD, especially for Tablet Personal Computer products. This paper analyzes the vital factors of affecting black uniformity from product design, process parameters and process control, and finds that it is affected by the black pattern brightness and Liquid Crystal Display Module flatness. The lower brightness of the black pattern, the better black uniformity will be. The better LCM flatness is, the better black uniformity will be. Combining with the production of TFT-LCD, a black uniformity control scheme is proved effectively, through reducing the brightness of black pattern and improving LCM flatness.

Key words: thin film transistor liquid crystal display; black uniformity; brightness of the black pattern; flatness; back light unit

收稿日期: 2019-03-15; 修订日期: 2019-09-11.

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

1 引言

近年来,随着平板电脑(TPC)产品的使用越来越广泛,人们对产品显示效果的要求越来越高^[1-3],因此对液晶面板的生产和制造也提出了更高的要求,特别是对产品暗态亮度均匀性的要求越来越严格,为了改善最终产品的暗态均匀性,本文首次针对影响暗态均匀性的两大影响因素:暗态亮度和液晶显示模组(LCM)平坦度进行试验和研究,探讨出一套管控和改善暗态均匀性的方案。其中暗态亮度是指由黑矩阵(BM)宽度^[4]、摩擦弱区^[5]等因素导致的暗态画面亮度;LCM 平坦度是指面板对盒后基板表面平坦度^[6-7]和模组加工装配工艺影响的 LCM 平坦度。

2 现象及机理分析

2.1 暗态均匀性的现象

暗态均匀性是用于衡量液晶显示器暗态亮度差异的现象,指的是在全黑画面下,液晶显示器局部亮度与平均亮度的差异程度。以宽视角产品为例,理论状态下在不加信号方向电压情况下,所有液晶分子与偏光轴成垂直状态,光无法透过液晶显示模块(Panel)传播出来故整个画面成全黑状态,画面亮度均一,暗态均匀性好。当液晶分子受其他外力影响而发生偏转,导致画面偏亮,从而产生暗态画面亮度不均匀,暗态均匀性差。图 1 和图 2 所示分别为暗态均匀性差与暗态均匀性好的对比。实际生产过程中,由于产品设计的差异、生产工艺的局限以及设备参数存在一定波动性,往往影响液晶分子偏转而影响最终产品的暗态均匀

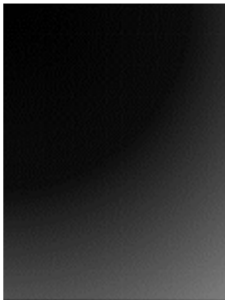


图 1 暗态均匀性差现象
Fig.1 Defect phenomenon

性。本文以京东方某产品暗态均匀性的改善为例,研究在实际生产中暗态均匀性的影响因素以及改善对策。

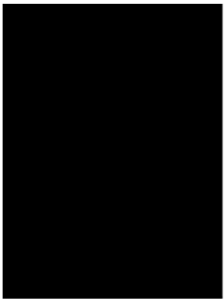


图 2 暗态均匀性好画面
Fig.2 Normal phenomenon

2.2 暗态不均机理分析

为衡量 LCM 状态下面板暗态均匀性的程度,本文对暗态均匀性进行程度区分,如表 1 所示,Lv1 程度暗态均匀性最好,Lv2 程度暗态均匀性一般,Lv3 程度暗态均匀性差,Lv2 以上视为暗态不均。

表 1 暗态均匀性宏观现象		
Tab.1 Macroscopic phenomenon of black uniformity		
Lv1	Lv2	Lv3

具体到单个像素,对比不同程度不良的面板,50 倍显微镜下程度严重面板存在明显像素弱区现象,如表 2 所示。

表 2 漏光 50 倍显微现象	
Tab.2 Microscopic phenomena of black uniformity	
显微镜下均匀性差区域	显微镜下均匀性好区域

2.2.1 暗态亮度分析

为分析暗态亮度与暗态均匀性的相关性,本

文选择相同工艺条件下的液晶屏,测试其 LCM 下的暗态画面亮度及暗态不均不良发生率,并将暗态亮度划分范围,统计暗态不均不良发生率,结果如图 3 所示,随着暗态亮度的增加,暗态不均不良率明显增加,测试结果说明,暗态均匀性与暗态画面亮度存在强相关。

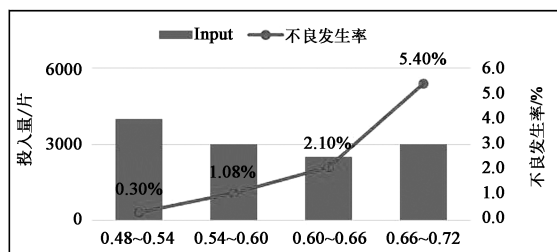


图 3 不同暗态亮度下不良对比

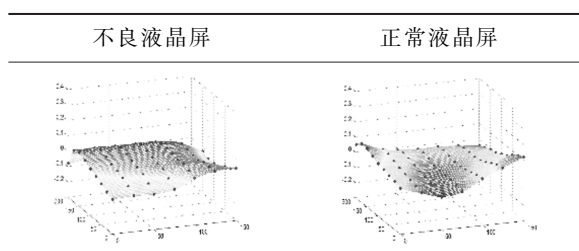
Fig.3 Incidence of black nonuniformity at different L0

2.2.2 平坦度分析

在相同暗态画面亮度下,由于 LCM 状态下基板平坦度存在差异,局部剧烈形变诱导液晶发生扭曲形变引起漏光^[5],从而造成暗态不均。为了验证平坦度与暗态均匀性的相关性,本文选择相同亮度的正常基板和暗态不均基板分别测试其平坦度情况,如表 3 示,暗态不均的液晶屏平坦度与正常液晶屏存在明显差异,说明平坦度与暗态均匀性存在很大相关性。

表 3 LCM 平坦度对比

Tab.3 Incidence of LCM flatness



3 实 验

为验证暗态均匀性的影响因素,首先我们采用控制变量法,将某一影响因素进行改变,然后测试不同参数下暗态不均的发生率。

首先从影响暗态亮度的因素出发,针对 BM 宽度、摩擦方向及背光源 3 个方向进行实验,检测暗态不均的发生率,验证不同 BM 宽度、不同摩擦方向及不同背光源对暗态均匀性的影响。

其次从影响 LCM 平坦度的因素出发,从对盒设备平坦度和偏光片贴附速度两个方向进行实验,检测暗态不均的发生率,验证不同对盒设备平坦度、不同偏光片贴附速度对暗态均匀性的影响。

4 结果与讨论

4.1 暗态亮度影响因素及改善

4.1.1 BM 宽度对暗态均匀性的影响和改善

如图 3 所示,暗态均匀性与暗态画面亮度存在明显相关性,而如图 4 所示,BM 宽度(BM CD)的大小会影响像素开口率,进而影响暗态画面亮度。

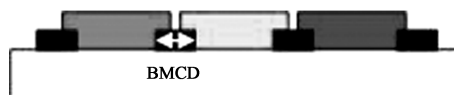


图 4 BM CD 示意图

Fig.4 Schematic diagram of BM CD

为验证 BM 宽度对暗态均匀性的影响程度,通过调整 BM 宽度,制备液晶屏,测试其 LCM 状态下的暗态不均不良发生率,测试结果如图 5 所示。

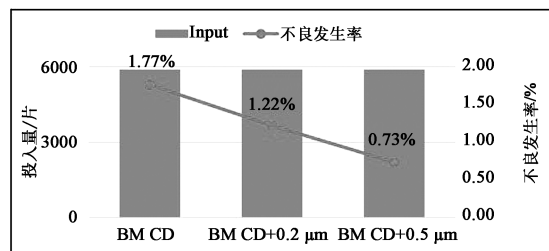


图 5 不同 BM 宽度不良发生率对比

Fig.5 Incidence of Black nonuniformity at different BM CD

测试结果说明,随着 BM 宽度变大,暗态不均不良发生率也随之降低,在满足开口率的前提下,将 BM 宽度加大 0.4 μm,不良发生率最低。

4.1.2 摩擦方向对暗态均匀性的影响和改善

从表 1 左侧图片可知,暗态不均不良实际为摩擦弱区漏光,由于 PS 存在一定高度,摩擦时 PS 下坡区配向膜未能得到有效配向导致该区域

的液晶配向异常而产生漏光,而不同的摩擦方向,弱区位置会有所不同,为验证摩擦方向调整对暗态均匀性的影响,本文采用 A 和 B 两种不同的摩擦方向制备液晶屏,测试 LCM 状态基板暗态不均不良发生率,测试结果如图 6 所示。

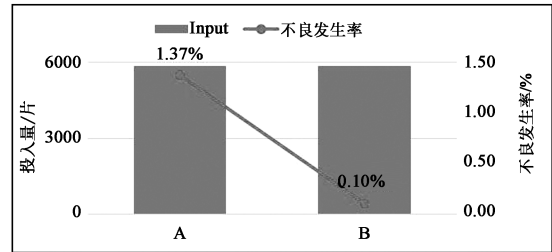


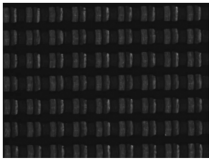
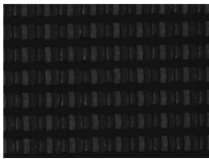
图 6 不同摩擦方向不良发生率对比

Fig.6 Incidence of black nonuniformity at different rubbing direction

测试结果说明,A 和 B 两种不同摩擦方向不良率差异明显,确认其液晶屏微观现象,如表 4 所示,A 方向摩擦红色像素漏光,说明弱区在红色像素,而 B 方向摩擦蓝色像素漏光,说明弱区在蓝色像素,从现象上看,A 方向摩擦漏光现象比调整 B 方向摩擦严重,与暗态不均不良率一致。

表 4 不同摩擦方向不良显微现象

Tab.4 Microscopic phenomena of the defect at different rubbing direction

显微镜下 A 方向摩擦	显微镜下 B 方向摩擦
	

4.1.3 背光源差异对暗态均匀性的影响和改善

不同背光源模具生产的背光源,存在一定的亮度差异,为验证其对 LCM 状态下基板暗态均匀性的影响程度,在相同工艺条件下,使用不同背光源模具的背光源,测试 LCM 状态基板的暗态不均不良发生率,结果如图 7 所示。

测试数据说明,背光源的差异会影响 LCM 状态下基板暗态均匀性。

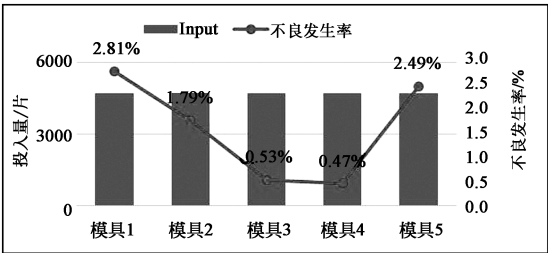


图 7 不同背光模具的不良发生率对比

Fig.7 Incidence of black nonuniformity at different BLU

4.2 平坦度影响因素及改善

4.2.1 对盒设备平坦度对暗态均匀性的影响和改善

分析不良分布情况,发现不良集中在右下角,如图 8 所示。排查设备发现,其与对盒设备对应位置的接触点匹配,如图 9 所示,该位置设备接触点突起,基板受到过度挤压,引起局部形变,在对盒成形过程后,应力无法释放,面板形状固定,基板表面平坦度异常;而如图 10 所示,当设备调整后,玻璃板不会收到过度挤压,基板表面平坦度正常。

	A	B	C	E
A	1.00%	0.80%	1.10%	0.90%
B	0.90%	1.10%	1.20%	1.00%
C	0.90%	1.00%	1.30%	1.40%
D	1.00%	1.20%	1.40%	5.10%

图 8 不良分布图

Fig.8 Glass map of defect

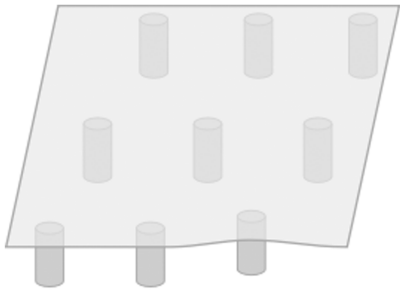


图 9 设备平坦度优化前示意图

Fig.9 Equipment flatness

对比设备调整前后 LCM 状态基板的暗态不均不良发生率,如图 11 所示,调整设备后,玻璃板

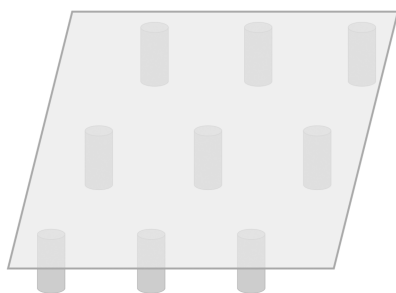


图 10 设备平坦度优化后示意图

Fig.10 Equipment optimizing Flatness

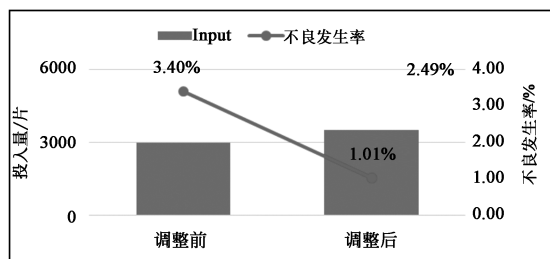


图 11 设备平坦度优化前不良率对比

Fig.11 Incidence of black nonuniformity at different glass flatness

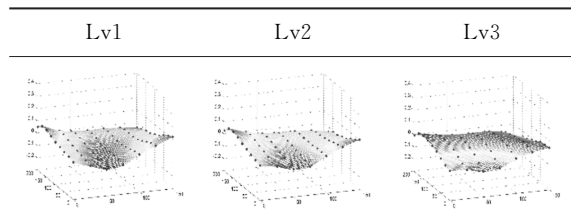
平坦度得到改善,不良发生率也随之降低,表明玻璃板平坦度的好坏会影响基板暗态均匀性。

4.2.2 偏光片的贴附对暗态均匀性的影响和改善

LCM 平坦度是在完成模组装配后的面板平坦,为了确定 LCM 状态平坦度与 LCM 基板暗态均匀性的关系,选择不同不良程度的 LCM 状态基板,测试其 LCM 平坦度,如表 5 所示。

表 5 不同暗态均匀性程度 LCM 平坦度测试结果

Tab.5 Test result of LCM Flatness at different black nonuniformity Level



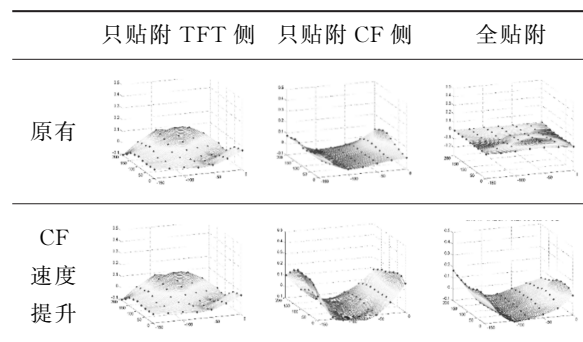
测试结果表明,随着暗态均匀性程度的变差,LCM 状态基板面内平坦度数据逐渐上升,基板的形状由下凹→趋平→凸起。

在模组工艺中,只有偏光片的贴附会影响整个面板的平坦度,因此重点分析偏光片贴附速度对 LCM 平坦度的影响,选择暗态不均不良发生

率高的偏光片贴附线体,测量贴附单侧偏光片和全贴附后的 LCM 平坦度,如表 6 所示,平坦度测试结果表明,TFT 侧贴附会将 LCM 平坦度向上拉伸,CF 贴附会将 LCM 平坦度向下拉伸,整体 LCM 平坦度较平,而提升 CF 贴附速度后,整体平坦度下凹。

表 6 贴附速度变更前 LCM 平坦度结果

Tab.6 Test result of LCM flatness at CF speed change



测试 CF 偏光片贴附速度提升前的 LCM 基板的暗态均匀性,结果如图 12 所示,测试数据表明,CF 偏光片贴附速度升高,暗态不均不良发生率明显降低,与 LCM 平坦度变化规律一致。

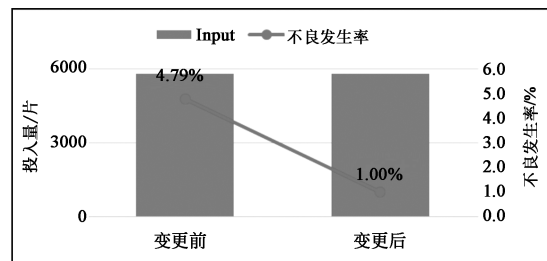


图 12 CF 偏光片贴附速度变更不良率对比

Fig.12 Incidence of black nonuniformity at CF different polarizer speed

5 结 论

通过对基板暗态均匀性的研究,发现其与暗态画面亮度和平坦度强相关,暗态画面亮度主要受黑矩阵线宽,摩擦方向和背光源 3 个因素影响,平坦度主要受工艺设备平坦度和偏光片贴附速度两个因素影响,通过选择增大黑矩阵线宽,选择最优摩擦方向,CF 偏光片贴附速度提升,优化对合设备平坦度,将暗态不均不良率从 5.4%降低到 0.1%,有效改善最终产品的暗态均匀性,提升产品竞争力。

参 考 文 献:

- [1] 王新久.液晶光学和液晶显示[M].北京:科学出版社,2006:313-331.
WANG X J. *Liquid Photology and Liquid Display* [M]. Beijing: Science Press, 2006: 313-331. (in Chinese)
- [2] 马群刚.TFT-LCD 原理与设计[M].北京:电子工业出版社,2011:45-47.
Ma Q G. *Principle and Design of TFT-LCD* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2011: 45-47. (in Chinese)
- [3] KAGAN C R, ANDRY P. 薄膜晶体管(TFT)及其在平板显示中的应用[M].廖燕平,王军,译.北京:北京电子工业出版社,2008:132-138.
KAGAN C R, ANDRY P. *Thin-Film Transistors* [M]. LIAO Y P, WANG J, trans. Beijing: Electronic Industry Press, 2008: 132-138. (in Chinese)
- [4] 杨德波,王云志,陶雄,等.Rubbing Mura 产生机理及改善研究[J].液晶与显示,2018,33(6):469-474.
YANG D B, WANG Y Z, TAO X, *et al.* Principle and improvement research of Rubbing Mura [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(6): 469-474. (in Chinese)
- [5] 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, XIE Y, XIA G F, *et al.* Analysis and improvement of TFT-LCD edge light-leaking mechanism [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(6): 455-460. (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] 王永超,张志东,周璇,向列相液晶弹性各向异性诱导液晶盒产生漏光的研究[J].液晶与显示,2015,30(6):949-959.
WANG Y C, ZHANG Z D, ZHOU X. Study of light leakage induced by the elastic anisotropy of the nematic liquid crystal [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2015, 30(6): 949-959. (in Chinese)

作者简介:



姜勇勇(1989—),男,黑龙江齐齐哈尔人,学士,高级工程师,2012 年于北京交通大学获得学士学位,主要从事产品良率监控及不良分析工作。E-mail: jiangyongyong@boe.com.cn