

文章编号:1007-2780(2017)07-0543-05

关于液晶联动的分析研究

苗丹丹*,董安鑫,谭 聪,任文明,陆相晚,黄寅虎,王章涛,唐文浩
(合肥鑫晟光电科技有限公司,安徽 合肥 230012)

摘要:目前京东方部分产品量产时易出现重力 Mura、低温气泡等问题,本文针对问题产生的原因进行分析,并对 PS 高度测试方法、PS 高度与液晶量的联动方法进行分析研究及实验验证。目前测试 PS 高度的方法并未考虑工艺波动造成的色阻段差的变化对盒内体积的影响,本文首先提出了可以反映量产时色阻变化的 PS 高度测量方法,另根据 LC Margin 评价结果及 PS 形变结果给出了 PS 高度与液晶量的联动关系。通过对 PS 高度与液晶量联动的分析研究,有效解决了因量产工艺波动造成的 PS 偏差引起的实际量产时滴下的液晶量并非对应的 LC Margin 中心的问题,从而避免出现重力 Mura 和低温气泡等 LC Margin 相关的问题,并且扩大了 3% 的工程管控范围,为企业的产品品质和竞争力的提升奠定了良好的基础。

关键词: LC Margin; PS 高度; 液晶量

中图分类号: TN873.93 **文献标识码:** A **doi:** 10.3788/YJYXS20173207.0543

Research of PS and LC link

MIAO Dan-dan*, DONG An-xin, TAN Cong, REN Wen-ming, LU Xiang-wan,
HUANG Yin-hu, WANG Zhang-tao, TANG Wen-hao

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

Abstract: At present, some of the BOE products always had the problems of gravity Mura and cold bubble. In this paper, the causes of these problems were analyzed. Also, the method of PS height measurement, the interaction relation between PS height and the amount of liquid crystal were analyzed and experimentally verified. We found that the current method of PS height measurement didn't consider the influence of RGB process variation. In this paper, the influence of RGB process variation was considered in the new measurement method of PS height. At the same time, the linkage between PS height and LC amount was proposed based on the evaluation result of LC Margin and the PS deformation result. We solved the problem that the LC amount during the process of actual mass production was different from the center of appropriate LC Margin. In this way, the problems such as gravity Mura and cold bubble were avoided. Also, the margin of process control had been expanded 3%.

Key words: LC Margin; PS Height; LC Amount

收稿日期:2017-01-22;修订日期:2017-02-27.

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

1 引言

随着液晶显示(TFT-LCD)技术的飞速发展,市场竞争也日益激烈,液晶显示企业均面临着严峻的挑战。面对这种挑战,各企业都在根据客户需求着重提升产品画面品质,推出高分辨率,高透过率,高对比度的产品^[1-3]。然而,在实际的生产过程中,陆续出现了一些 LC Margin 相关的不良(重力 Mura、低温气泡、Touch Mura 等),从而严重影响产品的画面品质和信赖性品质^[4]。不良产生的原因主要是量产时因工艺波动(Array 膜厚,PS 高度,色阻段差),导致固定的液晶滴下量实际上并不是量产实际 PS 高度对应的 LC Margin 中心滴下量,形成偏差。若量产时 PS 高度高于 LC Margin 测试时的 PS 高度,对量产基板而言,实际滴下的液晶量相对 LC Margin 中心值要低,容易出现低温气泡的现象。反之,容易出现重力 Mura 的现象^[5]。因此,亟需结合量产实际的 PS 高度来确定液晶量,即液晶联动。

近年来,关于液晶联动的研究已经逐渐应用实际量产工艺中,有效的解决了 LC Margin 相关的问题,目前液晶联动的方法主要是基于两组 LC Margin 评价得出联动公式:对合工艺进行时,首先根据设计参数计算中心液晶量并进行两组 PS 高度的 LC Margin 评价,两组 LC Margin 评价结果确定后,根据两组 PS 高度与中心液晶量的线性公式以确定联动公式。

本文根据京东方各现地的相关问题,从 PS 高度、液晶滴下量进行分析研究,探索出可以反映量产色阻膜厚变化的 PS 高度测试方法及联动的方式管控液晶量滴下的方法,实现精益管控,提升产品品质,有效规避 LC Margin 相关不良产生的风险。

2 目前液晶滴下方法造成的问题

新产品开发时,会根据产品规格要求设计液晶盒厚柱状隔垫物(Photo Spacer, PS)高度,PS 密度等相关参数^[6],并计算中心液晶量,进行

LC Margin 评价测试(中心液晶量计算:相应盒厚所对应的盒内体积减去盒内所有膜层占用的体积,计算出每个最小单元所需液晶量,LC Margin 评价测试:在不同的 Glass 上,滴下不同的液晶量,一般情况是 $-7.5\% \sim 7.5\%$ 的范围,1.5%为 1 个 Step),对盒完成后将滴下不同液晶量的 Panel 分别进行评价得出 LC Margin 范围,根据 LC Margin 范围确定量产的中心液晶量。但是目前这种液晶滴下方法并未考虑到生产过程工艺的波动对液晶量的影响,因此量产时滴下的液晶量并非实际 PS 高度对应的 LC Margin 范围的中心液晶量,目前部分量产产品 LC Margin 范围不足 6%,量产时由于各工序工艺波动(PS 高度、色阻段差波动等,如图 1 所示),从而有可能造成重力 Mura、低温气泡等品质问题。以产品 A 为例,PS 高度的波动对 LC Margin 影响约 2.09%,如产品 A 的 LC Margin 范围较小,在量产时很有可能出现 LC Margin 相关的品质问题。

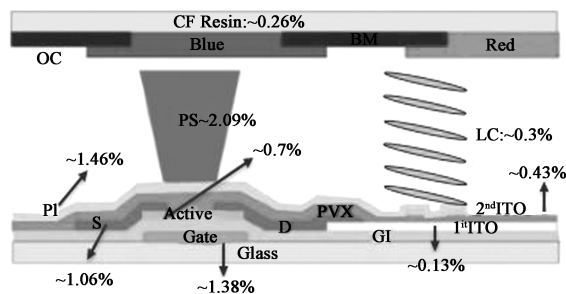


图 1 LC Margin 影响因素

Fig.1 Influencing factors of LC Margin

以产品 B 为例介绍,量产批次更换时 PS 高度的波动较大(如图 2 所示),且不同曝光机台的基板内 PS 高度分布趋势差异较大,鉴于目前情况,需要进行液晶联动以保证产品品质。

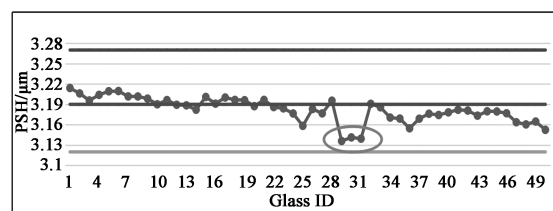


图 2 产品 B PS 高度趋势图

Fig.2 PSH trend chart of product B

3 PS 高度测量方法分析

液晶显示面板中 PS 在成盒后起到支撑作用,PS 的高度对维持盒内体积起到相当大的作用,京东方产品量产时测量 PS 高度的方法是以 PS 所站像素为基准面(如图 3 所示),测量出 PS 的相对高度,然而,随着量产 CF 工艺的波动,色阻的膜厚会发生变化,PS 高度不变的情况下,盒内体积也发生变化,LC Margin 会发生偏移,从而导致产品易发生相关不良。因此,本文首先针对 PS 高度的测量方法进行了分析,提出以 RGB 三个像素的平均值作为基准面的 PS 高度测量方法(如图 4 所示),这样,色阻膜厚的变化可以反应到 PS 高度里,液晶联动后液晶滴下量更准确。

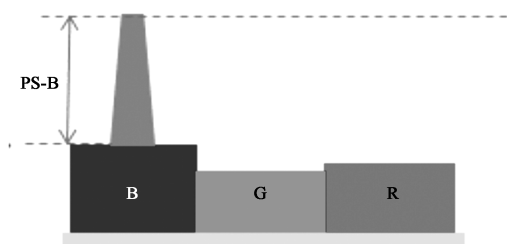


图 3 目前 PS 高度测量方法
Fig.3 Current PSH measurement method

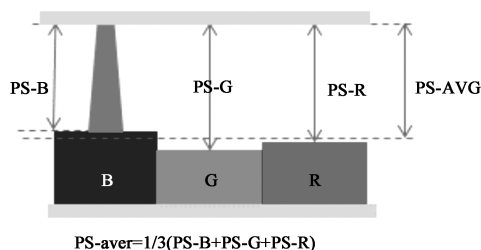


图 4 新的 PS 高度测量方法
Fig.4 New PSH measurement method

4 实 验

本文基于对目前液晶滴下方法造成的问题及 PS 高度测量方法的分析研究,提出了 PS 高度与液晶量的联动方法,并进行实验验证。本文中的液晶联动实验基于产品 B 进行,实验具体实施

时, Glass 别联动和 Single Panel 别联动分别进行。

首先进行 Glass 别联动,选定 0%, ±1.5%, ±3% PS 高度中心值 5 个条件进行实验验证,实验进行时,PS 高度测量设备根据各 PS 测试点位测试的 PS 数据计算出每张基板的平均 PS 高度,并将测量的 PS 高度数据上传至 Buffer PC 系统, Buffer PC 系统根据 PS 高度数据及液晶联动公式计算每张基板内 Single Panel 所需的液晶量,并将液晶量传输到液晶滴下设备,从而进行液晶量的调整。Glass 别联动进行时,以每张基板内所有 Single Panel 的 PS 高度平均值进行联动,各 Single Panel 均以每张基板平均 PS 高度计算液晶量,因此,各 Single Panel 的液晶量均相同; Single Panel 别联动进行时,以各 Single Panel 的 PS 高度实测值计算其液晶量,各 Single Panel 的液晶量随着 PS 高度的变化而不同。

5 结果与讨论

5.1 液晶联动公式建立

产品 B LC Margin 评价结果: -4% ~ +5%, 结合吸附发黄的评价结果,中心液晶量选定为 -2%, 而 Margin 下限为 -4%, 中心液晶量与 Margin 下限仅相差 2%, 需进行液晶联动以保证 Margin 下限, 避免出现 LC Margin 相关不良。根据 LC Margin 评价结果及中心液晶量 -2% 对应的 PS 形变进行联动公式推算, 得出液晶量和 PS 高度的线性关系: $y = 17.977 * x + 8.8137$ (y 为液晶量, x 为摩擦后 PS 高度, PS 高度的测量方法为 RGB 基准测量)。

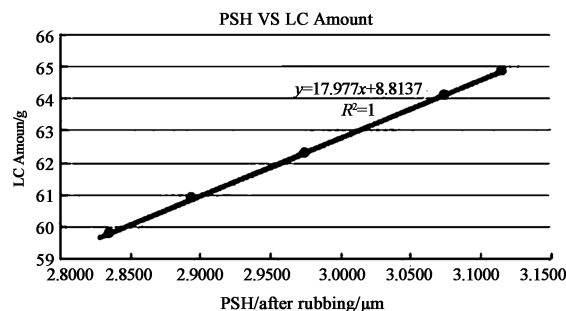


图 5 液晶联动公式
Fig.5 PS-LC link formula

5.2 液晶联动结果分析

5.2.1 Glass 别联动

表 1 为 Glass 别联动结果:各条件的 Panel 均无重力 Mura& 低温气泡, 各条件 PS 形变量

在 3.96%~4.74% 范围内波动。由于 Glass 别联动未考虑基板面内 PS 高度的波动,所以各条件 PS 形变量波动较大。

表 1 Glass 别联动结果
Tab.1 Result of product B glass PS-LC link

Step 1	Split 1	Split 2	Split 3	Split 4	Split 5	
PSH/ μm	2.82	2.88	2.94	2.99	3.04	
Cell Gap/ μm	3.14	3.21	3.27	3.32	3.36	
PS Def.	Max	90.92%	90.62%	91.32%	90.56%	91.28%
	Min	86.95%	85.88%	87.03%	86.15%	86.65%
	Range	3.96%	4.74%	4.29%	4.41%	4.63%
	Ave	88.54%	87.85%	88.89%	87.95%	88.65%
QE 评价		无重力 Mura & 低温气泡				

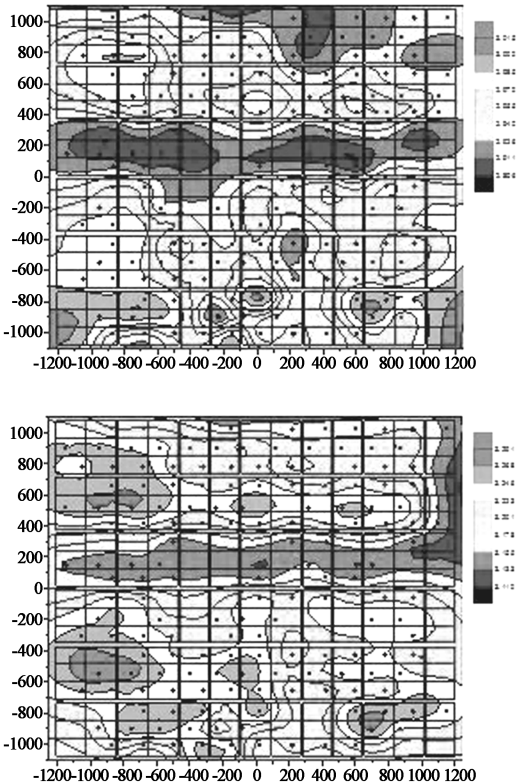


图 6 产品 B Single Panel 别联动 PSH& Cell Gap
Fig.6 PSH and cell gap of product B single panel PS-LC link

5.2.2 Single Panel 别联动

Single Panel 别联动各 Panel 以各 Panel 内的 PS 高度进行联动,精确到各个 Single Panel,

每个 Single Panel 的液晶量均随着 PS 高度变化,由图 6 可知,各条件的 PS 高度和液晶盒厚的分布趋势相同。

表 2 为 Single Panel 别联动结果:各条件的 Panel 均无重力 Mura& 低温气泡, 各条件 PS 形变量均与中心液晶量对应的 PS 形变量相近,波动在 3% 以内,相当于 $\pm 1.5\%$ 的液晶量变化,因此,对于 LC Margin 范围过窄的产品 Single Panel 别联动具有明显的优势,可扩大 3% 的工程范围,确保了产品品质。

表 2 Single Panel 别联动结果
Tab.2 Result of product B single panel PS-LC link

Step 2	Split 1	Split 2	Split 3	
PSH/ μm	2.95	2.9	2.86	
Cell Gap/ μm	3.27	3.23	3.19	
PS Def.	Max	89.56%	89.63%	89.52%
	Min	86.82%	86.65%	86.66%
	Range	2.74%	2.98%	2.86%
	Ave	88.25%	88.19%	88.34%
QE 评价		无重力 Mura & 低温气泡		

对比表 1 和表 2 中 PS 形变量数据可看出, Single Panel 别联动准确性较 Glass 别联动更高。

5.2.3 Q-Panel 别联动

因 Glass 别联动准确性劣于 Single Panel 别联动,故实际量产时会优选 Single Panel 别联动。然而,以 Single Panel 别联动进行量产时,会遇到产能不足的问题,以产品 B 为例,非联动量产时,每 20 张基板抽测 5 张基板,每个 Panel 测量 1 个点位,如果以 Single Panel 别联动量产,那么测试 PS 高度所用的时间将是原来的 4 倍,产能将会受到很大的影响。因此,只能采用 Q-Panel 联动的方法进行实际量产以同时兼顾准确性和产能双重问题。Q-Panel 联动即将整张基板划分若干个 Q-Panel,选取个别 SinglePanel 测试 PS 高度代表该 SinglePanel 所在 Q-Panel 内的每个 Panel 的 PS

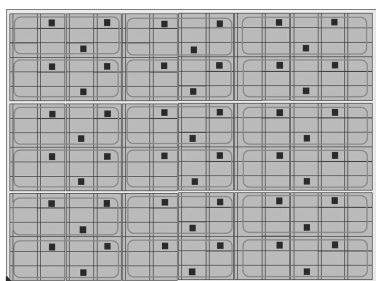


图7 产品 B Q-Panel 划分及 PS 测试点位

Fig.7 Q-Panel division and PS test point of product B

高度,以选取的 Single Panel 测试的 PS 高度均值进行液晶联动。图 7 为产品 B 的一种 Q Panel 划分及 PS 测试点位示意图,将 Glass 划分 18 个 Q-Panel 区域,每个 Q-Panel 测量 4 个点位。根据此方法联动,生产节拍时间满足产能需求,与联动前相比,生产节拍时间相当。在进行 Q-Panel 联动时,PS 测量点位的选取需考虑 PS 涂覆工艺等因素对 PS 高度的影响,以尽可能的提高 Q-Panel 联动的准确性。

6 结 论

通过以上对液晶联动的分析与实验研究,我们探索出一种更准确的 PS 高度测量方法及液晶量计算方法,根据 LC Margin 评价结果及 PS 形变量确定 PS 高度与液晶滴下量的联动关系,从而可以根据量产实际测量的 PS 高度来确定各个 Panel 的液晶量,解决了因量产工艺波动造成的 PS 偏差引起的实际量产时滴下的液晶量并非对应的 LC Margin 中心液晶量的问题,从而避免出现重力 Mura 和低温气泡等 LC Margin 相关的问题,扩大了 3% 的工程管控范围,提升了京东方产品品质和竞争力。

参 考 文 献:

- [1] 罗丽平,负向南,金基用.TFT-LCD 生产及发展概况[J].现代显示,2012,23(3):31-38.
LUO L P, YUN X N, JIN J Y. The manufacturing and developing of the TFT-LCD[J].*Advanced Display*, 2012, 23(3): 31-38. (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: Publishing House of Electronics Industry, 2011. (in Chinese)
- [3] 申智源.TFT-LCD 技术:结构、原理及制造技术[M].北京:电子工业出版社,2012.
SHEN Z Y. *TFT-LCD Technology: Structure, Principle and Manufacturing Technology* [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2012. (in Chinese)
- [4] 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)
- [5] 江桥,孟凡维,管礼志,等.关于 Photo Spacer 高度与 LC 滴入数据联动的研究报告[J].电子世界,2016(15):191-193.
JIANG Q, MENG F W, GUAN L Z, et al. Research of photo spacer and LC drop data link[J]. *Electronics World*, 2016(15): 191-193. (in Chinese)
- [6] 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)

作者简介:苗丹丹(1988—),女,安徽阜阳人,硕士研究生,高级研究员,主要从事液晶显示面板的工艺研究及工艺类不良改善工作。E-mail:miaodandan@boe.com.cn