

文章编号:1007-2780(2019)05-0496-05

TFT-LCD 重力 Mura 的影响因素

王 健*, 王 超

(北京京东方显示技术有限公司, 北京 100176)

摘要:重力 Mura 不良一直是显示业内一种比较难以解决的顽疾。随着显示屏透过率及对比度的要求不断提高,产品设计安全范围变得更小,因此重力 Mura 不良的解决更是尤为关键。本文对显示屏内部特性因素进行了分析,并通过工艺变更样品制作,进行液晶量安全范围(LC Margin)实验测试。证明了引起 LC Margin 变化的主要因素为柱状隔垫物(PS)高度,同时阵列基板上的源极信号体(S/D)膜层厚度和栅极(Gate)膜层厚度同样对 LC Margin 产生一定影响;CF 基板上 BM & OC & Blue 膜层厚度、玻璃厚度特性参数也会导致 LC Margin 发生变化;在成盒(Cell)制作工艺中,PI 膜层厚度及液晶型号对 LC Margin 的产生影响虽然不大,但也不容忽视;通过这样的实验论证,为业内研究提供相关依据,也为企业提供验证经验,保证产品的品质。

关键词:重力 Mura; 膜层厚度; 液晶量范围; 液晶量

中图分类号: TN141.9 **文献标识码:** A **doi:**10.3788/YJYXS20193405.0496

Influencing factors of TFT-LCD gravity Mura

WANG Jian*, WANG Chao

(Beijing BOE Display Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: Poor gravity Mura has always been a difficult problem to solve in the display industry. With the increasing requirement of transmittance and contrast of display screen, product design Margin becomes smaller, therefore, the solution of gravity Mura is particularly critical. In this paper, the internal characteristic factors of the display screen are analyzed, and the LC Margin test is carried out by making sample with process change. It is proved that the main factor causing the change of LC Margin is the PS height. At the same time, the thickness of SD film and Gate film on Array glass also have some influence on LC Margin. The thickness of BM & OC & Blue film and the characteristic parameters of glass thickness on CF glass will also lead to the change of LC Margin. The thickness of PI film and the type of LC have little influence on the production of LC Margin, but it can not be ignored. Such experimental demonstration provides relevant basis for industry research, and also provides verification experience for enterprises to ensure the quality of products.

Key words: gravity Mura; film thickness; LC margin; LC amount

收稿日期:2018-12-18; 修订日期:2019-01-15.

* 通信联系人, E-mail: wang_jian@boe.com.cn

1 引言

随着液晶显示(TFT-LCD)行业的迅猛发展,市场竞争也日益激烈^[1]。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^[2]。其中,Mura作为一种显示行业常见的画面品质不良,受到业界广泛的关注。Mura一词源于日本^[3],是指显示产品在点灯状态下,画面呈不均匀现象。而Mura又分为很多种,其中一种在高温状态下才呈现出来的发黄Mura,我们称之为重力Mura。重力Mura是一种信赖性不良,在常温下难以再现,常规检测无法有效拦截。因此,此种不良需在工艺制程上进行有效预防。

重力Mura不良的产生原因主要是量产时的工艺波动,如阵列膜厚、RGB膜厚、PI膜厚、及柱状隔垫物(PS)高等因素^[4]。本文将围绕诸多影响因素展开分析,并通过相关实验验证其对重力Mura的影响程度。由于Mura的画面品质程度在本文中不能更好的为读者呈现,我们选取了一种更为合适的液晶量安全范围(LC Margin)量化数据来判断诸多因素对重力Mura的影响。LC Margin测试是选取多张玻璃入不同的液晶量(业内一般使用15张玻璃进行样品制作),后通过高低温的测试来确定不会产生重力Mura及低温气泡(Bubble)的液晶量范围。产品液晶量的选择一般会采用LC Margin的中心液晶量作为量产条件,LC Margin越大,中心液晶量距离液晶上限的范围就越大,抵御工艺波动的能力就越强,因此更不易发生重力Mura不良。反之,如果LC Margin小,随着制程波动的发生,即使使用中心液晶量为生产条件,仍然就较大概率发生液晶量偏多的情况,导致重力Mura的发生。本文将通过实验设计及结果分析,确定不同因素的变化对LC Margin的影响,从而评估重力Mura发生的可能性,为相关领域研究提供依据。

2 重力Mura的产生原因和机理

2.1 现象描述

液晶面板在常温点灯无不良现象,60℃下点灯2h,液晶面板下出现发黄Mura,将液晶面板旋转180°,继续在60℃下点灯2h,液晶面板发

黄Mura也随出现在下方,称之为重力Mura,不良如图1所示。存在重力Mura不良的液晶面板在常温点灯情况下,随之时间延长,也会出现上述不良,严重影响显示效果。

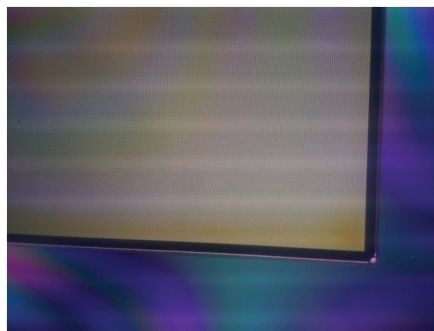


图1 重力Mura不良

Fig.1 Gravity Mura defect

2.2 不良原因及机理分析

重力Mura产生机理:正常情况成盒状态下,PS会有一定的形变量(eg. 10%),对液晶产生束缚作用;在高温条件下,液晶受热膨胀,由于液晶的热膨胀系数远远大于玻璃基板,PS形变量减小甚至为0,液晶受重力作用下沉,积累在显示屏底部,底部盒厚(cell gap)变大,对应的显示效果就是泛黄,重力Mura发生^[5],产生机理如图2所示

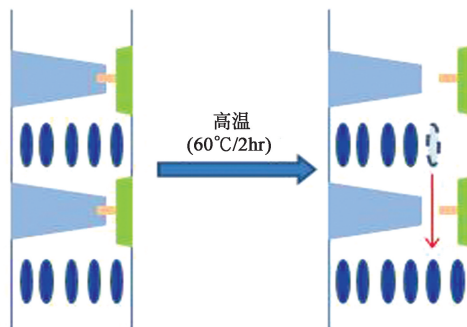


图2 重力Mura产生机理示意图

Fig.2 Schematic diagram of gravity Mura generation mechanism

2.3 影响因素分析

导致重力Mura发生的影响因素有很多,由前面的机理分析可知,外部温度对液晶显示屏的影响为外在因素,其内在因素主要是显示屏内部的特性参数的波动情况导致。为了更确切地掌握内在因素对重力Mura影响的有无和程度,我们将所有的内部相关参数进行整理,液晶显示屏的

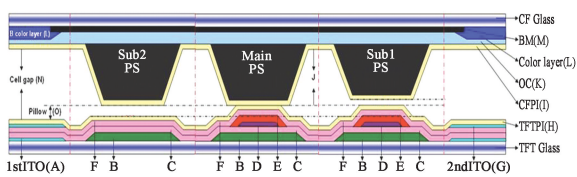


图 3 盒内特性参数剖面图

Fig3 Characteristic parameters in cell

内部特性剖面图如图 3 所示。

由图 3 可以看出,显示屏内部的参数还是相当多且复杂的,我们将特性参数进行了系统的整理,如表 1。内部参数包含阵列基板特性参数膜层厚度,彩膜(CF)基板特性参数膜层厚度及成盒制作工艺中的 PI 膜厚度和液晶等。

表 1 重力 Mura 可能的影响因素
Tab.1 Influence factors of gravity Mura

工艺	工序	参数
阵列	S/D	S/D 膜厚
	Gate	Gate 膜厚
彩膜	Red	R 膜厚
	Green	G 膜厚
	Blue	B 膜厚
	OC	平坦层膜厚
	BM	黑矩阵膜厚
	PS	PS height
	—	Glass 厚度
成盒	PI	PI 膜厚
	LC	液晶材料

本文将通过多次的实验设计验证盒内特性参数对重力 Mura 的影响。我们选取样品玻璃,将所有的盒内特性参数分别进行了工艺变更,模拟显示屏在制备过程中特性参数可能出现的波动状况,然后通过高温及低温的测量,对实验结果进行分析,得出相应结论。

2.4 实验设计

首先,针对阵列相关工艺的特性参数进行工艺变更样品制作。我们先准备了 15 张玻璃产品 A(由于涉及实验结果,产品名称省略)。在其他工艺条件相同的情况下,对 S/D 膜厚进行工艺上的调整,由原来的 800 nm 变更为 600 nm,膜厚降

低 25%。在成盒工艺滴注液晶过程中,将 15 张样品玻璃分别按原有的液晶量的中心值,按不同的百分比升高或降低滴注的液晶量,分别为: -6%, -5%, -4.5%, -4%, -3%, -2%, -1%, 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 4.5%, 5%, 6%。在样品完成对盒并切割成单一显示屏后,我们对降低液晶量的显示屏进行低温 0℃测试,增加液晶量的显示屏进行高温 60℃测试,时间均为 2 h。在保证实验设备温度不变的情况下,分别对低温气泡和重力 Mura 的发生情况进行了检查,测试结果如图 4。

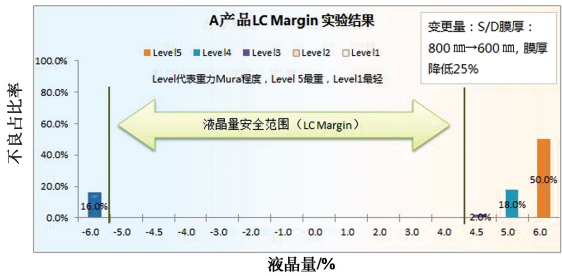


图 4 S/D 膜厚变更高低温测试结果

Fig.4 High and low temperature test result of S/D film thickness change

在 S/D 膜厚不变的情况下,原有的产品 LC Margin 为 -5%~6%。实验结果表明,在降低 S/D 膜厚的条件下,LC Margin 变更为 -5%~4%,损失 2%的安全范围。假设实际产品生产过程中,如果 S/D 的膜厚没有按要求制作或因为其他异常原因导致 S/D 厚的降低,那么在液晶滴注到 4% 以上范围时,产品就极大可能发生重力 Mura 不良。因此,S/D 膜厚是对重力 Mura 不良的发生有直接影响。

同理,我们按以上实验设计方法进行了栅极膜厚变更的测试,其产品和测试方法同上,在此不再过多叙述。实验结果表明,LC Margin 为 -5%~4%,同样损失 2 个百分比的安全范围。证明栅极膜厚降低时,重力 Mura 发生的概率将变大。

由于 CF 各工艺制作流程基本类似,这里我们主要对 PS 的制作过程进行了详细的实验设计。同样选取 15 张 B 产品基板作为评价样品。在 PS 制作上,将原来柱状隔垫物高度 3.72 变更为 3.55,降低 4.6%。由于理论模拟在 PS 高度降低时,LC Margin 会向负向偏移,因此在制作样品时,负向液晶量测试样本制作更多,液晶量按以下

测试样本进行了滴注: -9% , -8% , -7% , -6% , -5% , -4% , -3% , -2% , -1% , 0% , 1% , 2% , 3% , 4% , 5% 。按规定的 LC Margin 评价流程进行高低温测试,结果如图 5 所示。

LC Margin 最后结果为 $-8\%\sim 0\%$ 。在工艺条件未变更情况下,LC Margin 为 $-4.5\%\sim 4\%$ 。因此本实验导致了整体 Margin 向负方向偏移 4 个百分点。这样,如果按原有中心液晶(0%)量进行生产,液晶量将偏于 LC Margin 上限,如果

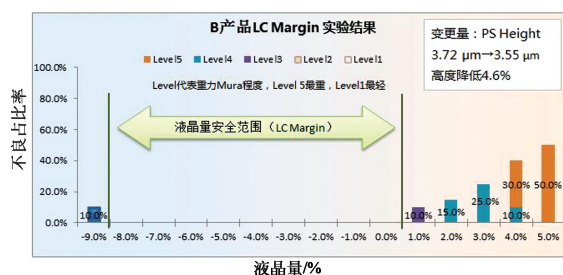


图5 隔垫物高度变更的高低温测试结果

Fig.5 High and low temperature test result of PS height change

其他工艺出现略微波动,极有可能造成重力 Mura 不良的发生。由实验我们可以得出,PS 高度的变化对 LC Margin 的范围可能不会造成太大变化,但会导致其发生偏移,需要通过调整滴入显示屏内的中心液晶量才能保证不会发生重力 Mura。

为了证明以上结论的正确性,我们又设计了反向实验。选择另一款 C 产品,将其 PS 高度由 2.94 变更为 3.05,高度增加 3.7%,并制作了 15 个 Split 的样品进行测试。结果显示,原有的 LC Margin 为 $-4\%\sim 1\%$,变更后 LC Margin 为 $-1\%\sim 4\%$,LC Margin 向正向偏移 3 个百分点。这样就证明了 PS 高度的变化可以导致 LC Margin 发生不同程度的偏移^[6]。

同样的实验方法,我们分别对 BM,OC,RGB 膜层厚度、PI 膜层厚度、液晶型号及玻璃厚度变更进行了测试,实验结果如表 2 所示。

表2 特性参数变更 LC Margin 结果

Tab.2 LC Margin results of characteristic parameter change

特性	产品	变更参数	变化量/%	原 LC Margin	现 LC Margin/%
BM 厚度	D	1.15→1.1	4.3	$-4.5\sim 3$	$-4.5\sim 4.5$
	E	1.2→1.1	8.3	$-3.5\sim 1.5$	$-3\sim 3$
OC	F	OC Less	—	$-4.5\sim 3$	$-4.5\sim 6$
R 厚度					$-6\sim 3$
G 厚度	G	2.05→2.15	4.9	$-6\sim 3$	$-6\sim 3$
B 厚度					$5\sim 4.5$
PI 厚度	H	1 200→1 000	16.7	$-3\sim 3$	$-2.5\sim 4$
垫板厚度	I	0.4 T→0.5 T	25	$-5\sim -0.5$	$-4\sim 0.5$
液晶型号	J	液晶→低成本	—	$-4.5\sim 3$	$-3\sim 3$

由表 2 实验数据得出,BM 膜厚、Blue 膜厚、OC Less、PI 膜厚、玻璃厚度及液晶变化均对 LC Margin 产生影响,如果生产过程中发现以上特性参数出现波动,需要及时进行液晶量调整,防止重力 Mura 的发生。而红、绿膜厚变化从实验结果来看,对 LC Margin 的影响不大,因此属于影响重力 Mura 的次要特性参数。

3 结 论

从以上多次实验证明,引起 LC Margin 变化的主要因素为 PS 高度。PS 高度减小,LC Margin 向负向偏移,更易导致重力 Mura 的发生;同时阵列基板上的 SD 膜层厚度和栅极膜层厚度同样对 LC Margin 产生一定影响;CF 基板上 BM 膜层厚度、OC 膜层厚度、蓝膜层厚度

特性参数也会导致 LC Margin 发生变化。在成盒工艺中,PI 膜层厚度、液晶型号及玻璃厚度对 LC Margin 的产生影响虽然不大,但也不容忽视;随着产品的逐步更新迭代,对透过率 and 对比度的要求越来越高^[6],为满足产品的需求,产品开发设计中 LC Margin 越来越小,这对工艺的制作精密度提出了更高的要求。因

此,在产品实际制作工艺中,需要确保影响重力 Mura 不良的相关参数的工艺稳定性,以防止该不良的发生。本文通过实验的设计及分析,详细阐述了重力 Mura 不良的影响因素并给出相关实验结论,为工艺监管提供参考,为产品品质提升提供帮助。

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(3):31-38.
LUO L P, YUN X N, KIM K Y. The manufacturing and developing of the TFT-LCD [J]. *Advanced Display*, 2012(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] 吴洪江,王威,龙春平,等.一种 TFT-LCD vertical block Mura 的研究与改善[J].液晶与显示,2007,22(4):433-439.
WU H J, WANG W, LONG C P, *et al.* Research and improvement about Vertical Block Mura in TFT-LCD process [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2007, 22(4): 433-439. (in Chinese)
- [4] 苗丹丹,董安鑫,谭聪,等.关于液晶联动的分析研究[J].液晶与显示,2017,32(7),543-547.
MIAO D D, DONG A X, TAN C, *et al.* Research of PS and LC link [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2017, 32(7), 543-547. (in Chinese)
- [5] 季春玲,吴添德.一种消除液晶屏高温 MURA 的工艺研究[J].山东工业技术,2017(20):34-35.
JI C L, WU T D. Study on a process for eliminating high temperature MURA of LCD screen [J]. *Shandong Industrial Technology*, 2017(20): 34-35. (in Chinese)
- [6] 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, MEGN 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)

作者简介:



王 健(1992—),男,吉林通化人,学士,2015 年于长春理工大学获得学士学位,主要从事液晶面板工艺制程不良改进研究工作。E-mail: wang_jian@boe.com.cn