

文章编号:1007-2780(2013)05-0716-04

VA 型液晶屏周边 Mura 的分析与改善

王建国

(索雷博光电科技(上海)有限公司, 上海 200331, E-mail: wjg96@163.com)

摘 要: VA 型液晶屏在高温应用环境下经常会出现周边 Mura。对于传统的成盒设计和工艺条件, 框胶内的 spacer 粒径和灌晶后的封口压力的调整和优化是改善周边 Mura 的常用的、比较便捷的方法之一。通过对框胶 spacer 粒径、液晶盒封口压力和玻璃基板的比较实验, 提出了改善周边 Mura 的措施, 并验证了其有效性。

关 键 词: VA 型液晶屏; 高温显示效果; 周边 Mura

中图分类号: TN141.9

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132805.0716

Analysis and Improvement of Edge Mura in VA Liquid Crystal Panel

WANG Jian-guo

(Thorlabs Optical Electronic Technology (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200331, China, E-mail: wjg96@163.com)

Abstract: Edge Mura is always appeared in the vertical alignment LCD at high temperature condition. Adjustment and optimization of the seal spacer size and closing force are the common and feasible ways to improve the edge Mura. The experiments with different seal spacer size, closing force and glass type are done to improve the edge Mura. The improved performance of the edge Mura is verified by the visual check. And it shows the solution is effective.

Key words: vertical alignment liquid crystal panel; high temperature performance; edge Mura

1 引 言

目前 TFT-LCD 已经广泛地应用于工业领域和家庭消费领域, 几乎完全替代了传统的 CRT 显示器市场^[1]。VA 型液晶显示屏由于其高对比度^[2-3]、宽视角^[4-5]等优点而得到广泛应用。工控和车载等应用领域的液晶显示屏对可靠性要求、高低温的工作范围等要求会比应用于消费电子的产品严格许多^[6]。画面的显示质量是直接反映在客户面前的, 特别是画面显示的均匀性是显示性能的一个重要技术指标之一。Mura 是在显示区域内所表现出来的画面均匀性不佳的一种不良现象, 而周边 Mura 在高温情况下($>80\text{ }^{\circ}\text{C}$)会比常温条件下更加明显。国内一些研究人员已经对 TN 和 FFS 型显示面板的 Zara 漏光和 Rubbing

Mura^[7]、横线 Mura^[8]、一些未确认 Mura^[9]进行了比较深入的分析和探讨。本文正是基于此应用技术背景, 分析研究了 VA 型液晶显示屏在高温下的周边 Mura 起因, 对框胶内的 spacer 粒径、灌晶后的封口压力和玻璃基板进行了比较实验。

2 实验与理论分析

在高温条件下, 许多 Mura 不良会比在常温下更加容易看到。一般来说 Mura 由产生出处可以分为阵列起因、成盒起因和模组起因, 但有时 Mura 的产生由上述 3 个工艺阶段起因交互作用引起。图 1 给出了 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下白画面的周边 Mura 照片, 可以看到周边区域和其他区域的显示有明显视觉差别。

图 2 给出了液晶盒的结构示意图, 液晶盒厚

收稿日期: 2012-12-04; 修订日期: 2013-01-20

作者简介: 王建国(1978—), 男, 江苏镇江人, 博士, 主要从事液晶光电子器件及微纳光子器件方面的研究。



图 1 80 °C 时白画面下的周边 Mura

Fig. 1 Picture of edge Mura with white pattern at 80 °C

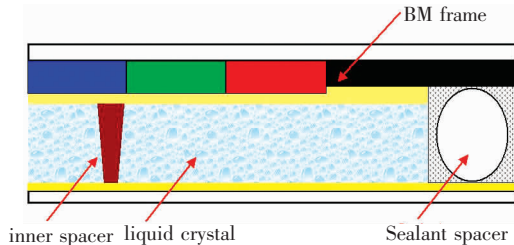


图 2 液晶盒结构示意图

Fig. 2 Schematic of LC cell structure

由盒内 spacer 粒径、框胶内 spacer 粒径、彩膜及阵列部分膜层的厚度分布等多种因素决定。当彩膜和阵列部分设计确定之后,可以用来调整液晶盒厚主要是通过框胶内的 spacer 粒径来进行微调。而对于传统的真空灌注的液晶盒,另外一个工艺参数,即液晶盒灌注后的封口压力也是影响液晶盒厚均匀性的重要因素。图 3 给出了显示屏 Mura 区域和非 Mura 区域的相对亮度比较值,其测量位置由图 4 给出。该结果说明在 20 °C 时, Mura 区域和非 Mura 区域的亮度差别在 2% 之内,而当在 80 °C 环境温度时, Mura 区域和非 Mura 区域的亮度差别达 9%,这种差别能被人眼很容易识别出来。

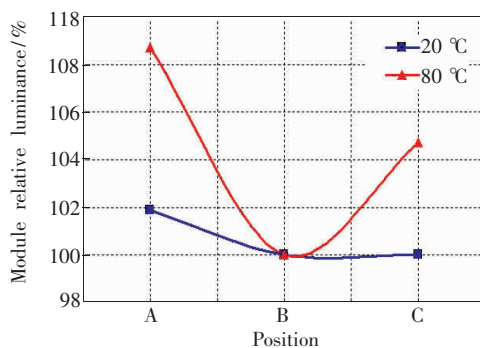


图 3 显示屏 Mura 区域和非 Mura 区域的相对亮度比较值

Fig. 3 Module relative luminance of the panel at the Mura area and non-Mura area

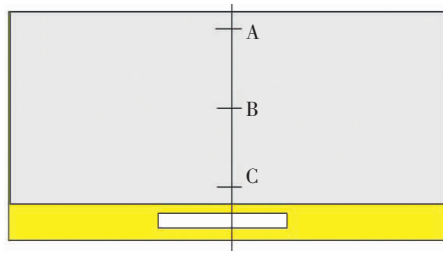


图 4 液晶屏亮度测试的位置示意图,其中 A、C 点是周边 Mura 位置,B 点为非 Mura 区域中心点。

Fig. 4 Schematic of the module luminance measurement position (Position A and C are in the Mura area, position B is in the central point of non-Mura area).

对于 VA 型液晶屏,当没有外加电场作用时,液晶分子的指向矢垂直于面板基板的表面。当电场加到液晶像素上下板时,液晶分子的指向矢就会发生转动,液晶盒的相位延迟量随即发生变化。我们一般定义垂直于液晶屏面板的方向为 z 轴。当光线沿 z 轴方向传播时,对于置于正交偏光片中间的常黑模式的 VA 型液晶面板,其透过率可以由公式(1)来描述^[10]:

$$T = \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\Gamma}{2} \quad (1)$$

这里 Γ 为相位延迟量。当入射光垂直于面板入射时,液晶盒几乎没有相位延迟量。由于正交偏光片的作用,偏光片组合和 VA 液晶盒的整体透过率为零。当液晶盒上施加电场后,液晶分子的指向矢会发生偏转,与 z 轴方向形成一个夹角 θ ,此时液晶会对入射光形成相位延迟,相位延迟量可以表达成如下形式:

$$\Gamma = \frac{2\pi}{\lambda} \int [n_e(\theta) - n_o] dz \quad (2)$$

这里积分区间为从 $z=0$ 到 $z=d$ (d 为液晶盒厚值), $n_e(\theta)$ 由公式(3)给出:

$$\frac{1}{n_e^2(\theta)} = \frac{\cos^2 \theta}{n_e^2} + \frac{\sin^2 \theta}{n_o^2} \quad (3)$$

液晶盒的相位延迟量随着所加电压的增加而变大,当相位延迟量到一定数值,譬如 π 时,此时透过率会达到一个最大值。基于上述理论模型,对液晶盒在 2.7 μm 、2.8 μm 、2.9 μm 、3.0 μm 、3.1 μm 盒厚情况下,模拟计算了 20 °C 和 80 °C 两种温度条件下的面板透过率,如图 5 所示。

由图 5 可以看出,20 °C 时的液晶盒透过率拟合线的斜率为 0.021 1,而 80 °C 的液晶盒透过率

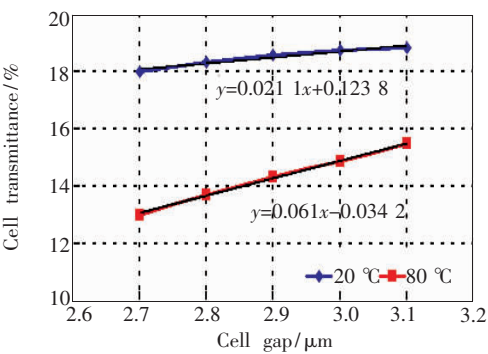


图 5 液晶盒在 20 ℃ 和 80 ℃ 两种温度条件下的透过率模拟值

Fig. 5 Simulated cell transmittance at 20 ℃ and 80 ℃

拟合线的斜率为 0.061,说明液晶盒在高温(80 ℃)条件下,其透过率更加对液晶盒厚的变化反应敏感。在这里首先对 spacer 尺寸(4.2 μm 和 3.9 μm)和液晶盒的封口压力(0.5 kgf、0.6 kgf 和 0.7 kgf)进行了优化实验。在确定了最优化工艺条件后,同时对两种玻璃基板样品进行了实验和评估。

3 结果与讨论

3.1 Spacer 尺寸和液晶盒封口压力对周边 Mura 的影响

图 6 给出了两种尺寸的 spacer 在 3 种封口压力(0.5 kgf、0.6 kgf 和 0.7 kgf)的工艺条件下测量得到的液晶屏中心位置的盒厚(每种样品的测试数量为 6 片),测量值在 2.65~2.85 μm 之间,说明上述工艺条件均符合液晶盒厚的设计目标值(设计目标为 2.8 μm±0.3 μm)。

液晶屏采用同一个均匀性好的背光板作为准

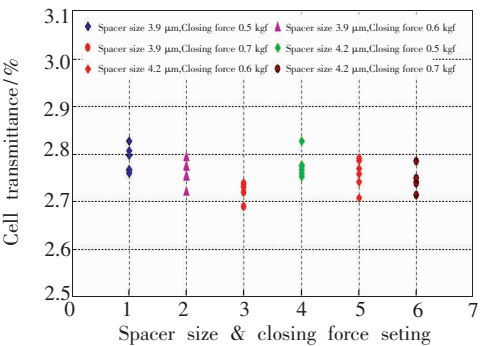


图 6 不同粒径 spacer 和封口压力条件下的液晶盒的盒厚值分布

Fig. 6 Cell gap distribution of liquid crystal cells with different spacer and closing force

一观察用背光板,避免背光板因素对周边 Mura 评估的干扰。同时由 3 位独立观察者对上述样品在 80 ℃ 下的白色画面下的均匀性进行评估、打分。评分标准为:1 分~3 分为可接受;4 分~6 分为不可接受;分值越低,图像显示越均匀。表 1 给出了样品评估的结果,结果显示工艺条件 4,即当 Spacer 尺寸为 4.2 μm,封口压力为 0.5 kgf 时,液晶屏在高温下的 Mura 最轻,该条件定为后续实验的最优条件。

表 1 不同粒径 spacer 和封口压力条件下的液晶屏的高温评估值

Table 1 Visual check records of liquid crystal cells with different spacer and closing force at 80 ℃

工艺条件		80 ℃ 时实际评分结果 (样品平均分)
1	Spacer size 3.9 μm, closing force 0.5 kgf	3.2
2	Spacer size 3.9 μm, closing force 0.6 kgf	3.8
3	Spacer size 3.9 μm, closing force 0.7 kgf	4.7
4	Spacer size 4.2 μm, closing force 0.5 kgf	2.3
5	Spacer size 4.2 μm, closing force 0.6 kgf	3.5
6	Spacer size 4.2 μm, closing force 0.7 kgf	4.2

3.2 玻璃基板对液晶屏的高温 Mura 的影响

上文对影响周边 Mura 的框胶内 spacer 粒径和液晶盒的封口压力两个因素进行了讨论,玻璃基板也是不可忽略的因素之一。因为在高温情形下,液晶屏内各种部材都会随温度上升而发生不同程度的变化。

表 2 玻璃 A 和玻璃 B 的主要物理参数

Table 2 Key physical properties of the glass A and B

特 性	玻璃 A	玻璃 B
密度(g/cm ²)	2.41	2.41
弹性模量(Gpa)50 ℃	70.9	73.9
刚性率(Gpa)500 ℃	28.7	29.9
泊松比 20 ℃	0.23	0.24
热膨胀率(×10 ⁻⁷ /℃、50~300 ℃)	34.0	34.5

在前面的基础上,采用 A、B 两种玻璃制备实验样品,这两种玻璃的主要机械性能参数如表 2 所示。玻璃 B 的弹性模量、刚性率和热膨胀系数等参数均略高于玻璃 A。

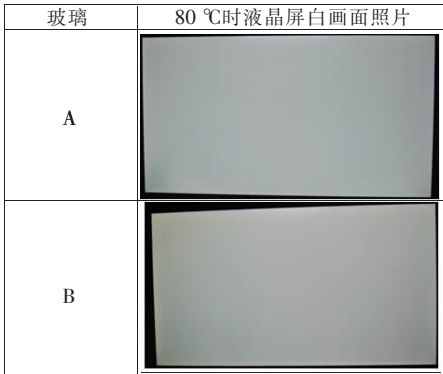


图 7 Spacer 尺寸为 4.2 μm , 封口压力为 0.5 kgf 工艺条件下,A 和 B 两种玻璃基板液晶屏 80 °C 检查结果。
Fig. 7 Visual check results of the VA panels with glass A and B under the same design 4.2 μm spacer and 0.5 kgf closing force

图 7 给出了在 Spacer 尺寸为 4.2 μm , 封口压力为 0.5 kgf 工艺条件下,A 和 B 两种玻璃基板液晶屏 80 °C 检查结果,可以看出,采用玻璃 A 的液晶屏的高温下的周边 Mura 会比采用玻璃 B 的液晶屏略轻。这主要是由于玻璃 B 的热膨胀系数和弹性模量较玻璃 A 大。以上说明通过玻璃材料的选择也是改善周边 Mura 的一个有效途径之一。

4 结 论

针对 VA 型液晶屏在高温情况下的周边 Mura 不良,实验测量和理论分析了高温周边 Mura 的产生机理,得到液晶盒厚分布不均引起高温周边 Mura 的主要起因。通过框胶内 Spacer 粒径和液晶盒灌晶后的封口压力的优化实验,改善了周边 Mura。同时通过两种不同玻璃基板的对比实验说明玻璃基板也是改善周边 Mura 的有效途径之一。

参 考 文 献:

[1] Liu C T. Revolution of the TFT LCD technology [J]. *Journal of Display Technology*, 2007, 3(4): 342-350.
[2] Schiek M F, Fahrenscho K. Deformation of nematic liquid crystals with vertical orientation in electrical fields [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1971, 19(10): 391-393.
[3] Kahn F J. Electric-field-induced orientational deformation of nematic liquid crystals; tunable birefringence [J]. *Appl. Phys. Lett.*, 1972, 20(5): 199-201.
[4] Konovalov V A, Minko A A, Muravski A A, et al. Mechanism and electro-optic properties of multi domain vertically aligned mode LCDs [J]. *J. Soc. Inf. Disp.*, 1999, 7(3): 213-220.
[5] Lu Ruibo, ZHU X Y, Wu Shin-Tson, et al. Ultrawide-view liquid crystal displays [J]. *Journal of Display Technology*, 2005, 1(1): 3-14.
[6] Guo Jianxin, Yu Jerry, Paulissen Frank, et al. AMLCDs for automotive application [C]// *Proceedings of Asia Display*, 2007,(1): 175-179.
[7] 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.
[8] 周哲. 横线 Mura 的分析与改善 [J]. *液晶与显示*, 2012, 27(5): 649-652.
[9] 徐伟, 彭毅雯, 肖光辉. 未确认 Mura 分析及改善对策 [J]. *液晶与显示*, 2011, 26(5): 612-615.
[10] Pochi Yeh Pochi, Gu Claire. *Optics of Liquid Crystal Displays 2nd Ed* [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2009: 291-298.