

文章编号:1007-2780(2016)01-0087-06

光配向技术在液晶电视面板中的应用

周刘飞*,王杰,王鸣昕

(南京中电熊猫液晶显示科技有限公司 研发中心,江苏 南京 210033)

摘要:采用 UV²A 技术的像素较之 MVA,其穿透率可以提升 20%,这意味着 UV²A 技术可以大幅度降低系统功耗及背光成本。采用光配向技术,开发了 165 cm(65 in)UHD 液晶面板,其具备出色的显示性能,比如全视角,更快的响应时间,超高的对比度等等。采用 Cs-Swing 八畴技术,进一步降低了色偏现象。采用网状结构的 Cs 线设计,降低了其电阻电容信号延迟。开发了一种新型的 hG-2D 像素结构及其驱动电路,解决了 65 in UHD 面板在 120 Hz 驱动下充电时间严重不足的难题。

关键词:光配向;八畴;超高清解析度;像素;充电时间

中图分类号:TN27 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20163101.0087

UV²A technology for LCD-TV panel

ZHOU Liu-fei*, WANG Jie, WANG Ming-xin

(Nanjing CEC Panda LCD Technology Co., Ltd., R&D Center, Nanjing 210033, China)

Abstract: The pixel transmittance will increase over 20% by using UV²A technology, compared with MVA. This means that the UV²A results in reduction of power consumption and component for the back-light unit of LCD-TV. We have successfully developed 165 cm(65 in) UHD TFT-LCD panel using UV²A technology, which shows excellent optical performance, such as omni viewing angle, faster response time, ultra-high contrast ratio, etc. Cs-Swing 8-domain technology was adopted to further reduce the color shift. Cs lines with mesh structure were designed, in order to reduce the RC delay of Cs lines. We also developed a new hG-2D pixel structure with a new driving scheme to solve the problem of charging time shortage in 65 in panel with UHD resolution at 120 Hz.

Key words: UV²A; 8-domain; ultra high definition; pixel; charging time

1 引言

近来,光配向技术,如聚合物稳定垂直配向(Polymer Stabilized vertical Alignment, PSA)、紫外光垂直配向(Ultraviolet induced multi-domain Vertically Aligned, UV²A),显示出卓越的光学

显示性能,例如高穿透率、快速响应时间、超高对比度等^[1-2]。PSA是通过在一般的VA液晶中加入一定比例的反应型单体,成盒后再施加电压,使液晶分子产生预倾角及划分成不同的畴区,然后再利用特定的UV光照射,使液晶分子在撤去电压后仍能保持先前的预倾角。PSA技术省去了MVA或PVA彩膜侧所必需的Bump

收稿日期:2015-08-31;修订日期:2015-09-01.

* 通信联系人,E-mail:zhouliufei@cecpanalcd.com.cn

或 Slit 结构^[3-4],降低了成本,同时更具备更高穿透率、更快响应时间、更高对比度等优点。然而,PSA 像素电极需设计为 Fine Slit 结构,当工艺造成电极线宽或线距不均匀时,容易出现显示不均的 Mura 现象。UV²A 同样省去了彩膜侧 Bump 或 Slit 结构,并具备与 PSA 同等出色的各项显示特性。更优的,UV²A 像素电极不需要 Fine Slit 结构,不会产生如 PSA 显示不均的 Mura 问题。值得一提的是,采用 UV²A 技术的像素较之 MVA,其穿透率可以提升 20%,这意味着 UV²A 技术可以大幅度降低系统功耗及背光成本。

4 畴的 VA 型面板在不同视角下,仍存在 gamma 曲线偏移现象。通俗地讲,在斜视角观察时,画面会有发白的现象,称之为 color washout。通常,使用 8 畴 VA 技术降低这种色偏现象^[5-6]。8 畴 VA 技术将传统的 4 畴子像素,再分成两颗孙像素,通过对两颗孙像素区域的液晶分子施加不同电压,使其产生不同的倾倒程度,显示出不同的灰阶^[7]。各大面板厂相继开发了如:电容耦合(capacitance coupling, C-C type)、双 TFT(dual data or dual gate, T-T type)^[8]、Com 电压调制(common voltage swinging, Com-swing)、附加刷新技术(additional refresh technology, ART type)、电荷共享(charge-shared, CS type)等 8 畴技术^[9-10]。

本文介绍了基于光配向技术,开发的不同模式的 UV²A 像素结构。另外,特别针对采用 UV²A 及 Cs-Swing 8 畴技术的 65 in UHD 液晶面板,讨论了其像素及面板的相关设计难题及解决方法。

2 像素结构

光配向技术,即紫外光诱发多畴垂直排列(UV²A)主要原理:首先,含有光感侧链的配向层覆盖于阵列及彩膜基板上;然后,紫外(UV)光倾斜照射于配向层表面;液晶分子随即沿配向层侧链倾斜方向排列;成盒后施加驱动电压,液晶分子按原排列方向,均匀有序地旋转倾倒。

图 1 为开发的不同模式 UV²A 像素结构,采用此类 UV²A 技术的液晶面板,均具备出色的显示性能,如全视角,更快的响应时间,超高

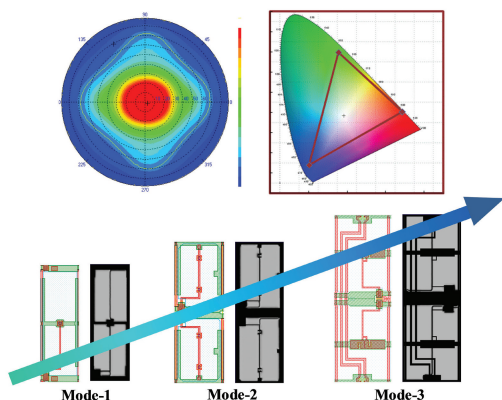


图 1 UV²A 像素结构

Fig. 1 UV²A pixel structure

的对比度等等。如图 1 所示,Mode-1 为普通 4 畴 UV²A 像素结构,如 32 in 面板采用该像素结构。当面板尺寸增大,或需求更广视角显示时,即采用 Mode-2 所示的 8 畴 UV²A 像素结构。该像素使用了 Cs-Swing 8 畴技术:每颗子像素包含孙像素 A 与孙像素 B,孙像素 A 与 B 首先通过 TFT A 与 TFT B 充入同等电位的电压;然后不同的 Cs1 及 Cs2 电压分别对孙像素 A 与 B 进行电压耦合,从而使孙像素 A 与 B 产生不同的显示电压。如此,孙像素 A 与 B 区域的液晶分子会产生不同的倾斜角度,原本液晶分子经光配向后沿 4 个方向排列,所以子像素为 8 畴显示。当面板尺寸进一步增大时,如 65 in,则采用 Mode-3 所示的新型 8 畴 UV²A 像素结构。Mode-3 与 Mode-2 的区别在于:面板尺寸进一步增大时,Cs-Swing 所用 Cs 线的电阻电容信号延迟变得更加严重,为解决此问题,需设计 Mode-3 的 Cs 网状结构,即 Cs 上下左右相互连接,而 Mode-2 中 Cs 仅左右连接。

图 2 为 65 in UHD 像素不同灰阶下的显微照片,该像素采用了 Mode-3 所示的新型 Cs-Swing 8 畴技术。如图 2 所示,L1 灰阶下,孙像素 A 与 B 均无漏光现象,为“深黑”显示;L96 灰阶下,孙像素 A 打开,而孙像素 B 关闭;L128 灰阶下,孙像素 A 与 B 均打开,但 A 的亮度大于 B;L255 灰阶下,孙像素 A 与 B 均达到最大亮度,且无黑纹。通俗地讲,该像素采用了 UV²A 技术,实现了深邃的黑色及明亮的白色显示;再者采用了 Cs-Swing 8 畴技术,使液晶分子具备更多的旋转取向,达到了更广视角的光学特性。

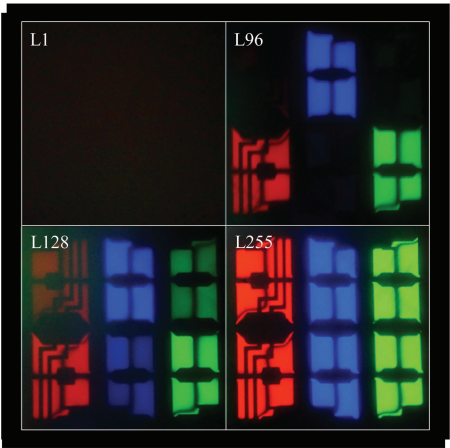


图 2 不同灰阶下,65 in UHD 像素显微照片
Fig.2 Microscopic photographs of 65 in UHD pixel at different gray levels

3 结果与讨论

3.1 充电问题与解决方法

TFT 充电时间为 UHD 面板驱动非常重要的参数。比如,FHD 解析度的面板 120 Hz 驱动下,一条扫描线的充电时间大约为 7.4 μ s;然而 UHD 面板,由于扫描线数目从 1 080 增大到 2 160,充电时间降低一半,仅为 3.7 μ s。因此,本文提出一种新的 hG-2D(half gate, two data)像素结构,并搭配新的驱动电路。如图 3 所示,显示区为列反转驱动点反转显示。一列 R\G\B 子像素对应两列数据线,每行像素的 TFT 为左右隔行设置,虽然两行扫描线同时打开,但是这两行的像素分别充入左右对应数据线的电压。图 3 显示了 Gate 线的信号时序,奇数行及偶数行同时打开,使每行像素的充电时间增大一倍。例如, Gate1 and Gate2 同时打开一次,下一时刻, Gate3 and Gate4 同时打开一次,以此类推。这样的 UHD 面板将具备与 FHD 面板同等的充电时间。

由于采用列反转驱动,数据线每帧的信号电压,或均为正极性或均为负极性。考量充电问题的严苛画面,其数据信号、扫描信号及相应的像素充电状况,如图 4 所示。D1 列数据线为黑+、白+信号,如此循环;D2 列数据线为黑-、白-信号,如此循环,每次 Gate 打开时间为双倍充电时间(如图 3 所述)。以第 3 行第 1 列像素(G3D1)和第 5 行第 1 列像素(G5D1)充电为例,前一半

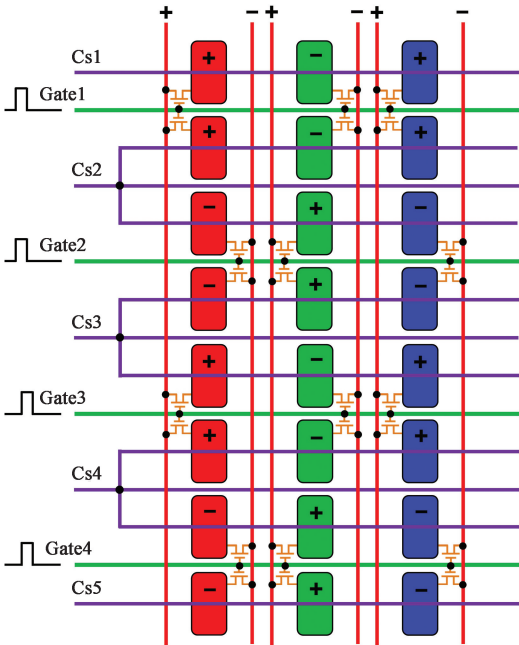


图 3 半 Gate 双 Data 驱动示意图
Fig.3 Half gate, two data driving scheme

Gate 时间内,G3D1 先被充入 D1 的黑+信号,后一半 Gate 时间内,G3D1 再被充入 D1 的白+信号,先后信号压差较大,G3D1 像素充电较难。此时面板显示画面,即为验证充电不足的严苛画面,虽然每颗像素都有预充电时间,但是充电电压都

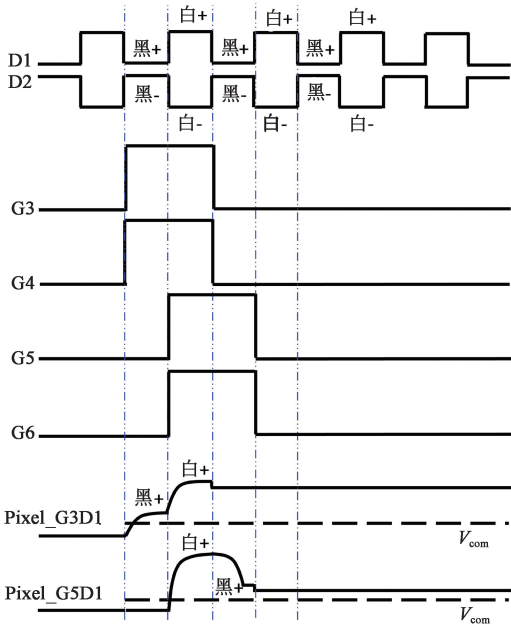


图 4 65 in UHD 像素的驱动波形
Fig.4 Driving waveform of 65 in UHD pixel

需要从黑+转变为白+,或从黑-转变为白-,诸如此类,均是最大压差的变化。因此特别选取上述严苛画面,验证了像素的充电能力,结果未观察到充电不足的现象,达到设计要求。综上所述,开发了新型的 hG-2D 像素结构及其驱动电路,有效解决了 65 寸 UHD 面板充电时间过短的问题。

3.2 开口率问题与解决方法

通俗地讲,像素开口率因像素大小而变化,当解析度由 FHD 提升到 UHD 时,像素大小将减少为 1/4 面积,如图 5 所示。若采用相同的设计规则,UHD 像素的开口率明显是远小于 FHD 像素。再者,为解决 UHD\120 Hz 充电时间严重不足的难题,采用了双倍数据线设计,如图 3 所示,该设计进一步降低了像素开口率。

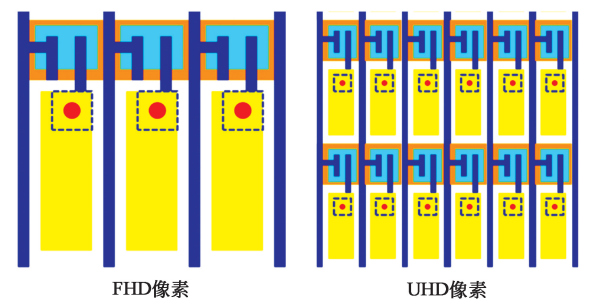


图 5 FHD 及 UHD 像素示意图

Fig. 5 Schematic diagram of FHD and UHD pixel

产品设计既要达成高品质的各项指标规格,如 HAR\UHD\120 Hz 等,还要保证工厂生产的各段工艺良率。因此,特别采用 JAS 膜技术,很好地解决了以上问题。JAS 膜是一种有机材料的绝缘膜,具有透光、附着力高、介电常数较小的性能特性。图 6 为采用 JAS 结构的 TFT 截面图,即在原第二绝缘层上增加了一层有机绝缘层。在 TFT 制作时,有机绝缘层等效于第二绝缘层的光

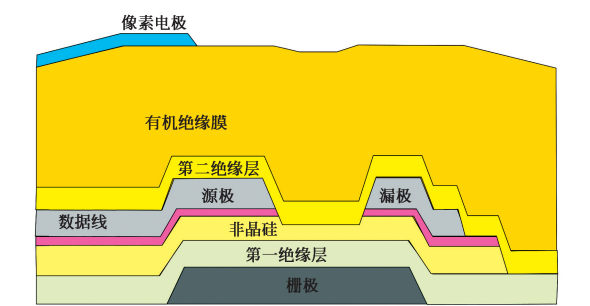


图 6 JAS 结构截面图

Fig. 6 Cross-section of JAS structure

刻胶,因此,使用该 JAS 结构并没有增加光罩数目及工艺流程。有机绝缘层的厚度一般为第二绝缘层的十倍,极大地降低了像素电极与数据线之间的耦合电容,因此数据线可以直接设置在像素电极的正下方,如此增大了像素的开口率及穿透率。

3.3 Cs 延迟问题与解决方法

如前文所示,当面板尺寸及解析度不断提升时,如 65 inUHD 面板,Cs-Swing 所用 Cs 线也是面板设计一大难题,其电阻电容信号延迟变得更加严重,Cs 线为交流电压信号,这样的信号延迟直接影响到面板的显示质量。我们采用了网状结构的 Cs 线设计,增强了 Cs 信号的稳定性,克服了其信号延迟的不利因素。图 7 示意了 Cs1\Cs2\Cs3\Cs4 的连接方式,实际上我们设计了从 Cs1 至 Cs16,共计 16 组 Cs。如图 7 所示,每条 Cs 线在像素区及像素区外,均上下左右电性相连,形成网络化的连线结构。

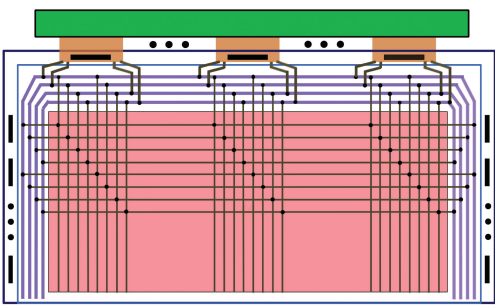


图 7 Cs 线网状结构

Fig. 7 Cs lines with mesh structure

3.4 TAB Mura 问题与解决方法

39 in 面板边框较窄、IC 较少,TAB Mura 也最明显,因此,我们特别选用 39 in 面板为例。如图 8 所示,39 in 面板仅设置有两颗 Gate IC,TAB Mura 表现为每颗 Gate IC 所覆盖的横向区域为重复单元,即 39 in 面板被平均分成上下两个 Block。在低灰阶下,每个 Block 显现为中间较亮、两侧较暗,且亮暗程度呈连续渐变。

分析该 Mura 与 Gate 配线(用于连接 Gate IC 引脚与显示区栅极线)的阻抗分布有强相关性。图 9 给出了 39 in 单个 Gate IC 的 Gate 配线阻抗状况。如图所示,横坐标为配线数目,纵坐标为阻抗数值。由于 39 in 面板仅有两颗 Gate IC,且边框较窄,首次设计时,如 Case1 绿色线所示,

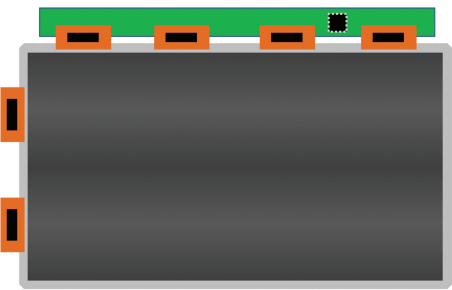


图 8 TAB Mura 现象

Fig. 8 TAB Mura phenomenon

Gate 配线阻抗分布为两侧较大、中间较小,最大约 1 400 Ω 、最小约 600 Ω ,最大最小阻抗差异较大,所以造成了图 8 所示的 TAB Mura。后续设计,进一步缩减了其他信号线的布线区域,以增大 Gate 配线空间,从而得到了 Case2 蓝色线及 Case3 红色线所示的配线结果。我们发现,当各条 Gate 配线阻抗差异越小,及整体 Gate 配线阻抗越小,越不易产生上述 TAB Mura 现象,最优化设计如 Case3,为等阻抗。

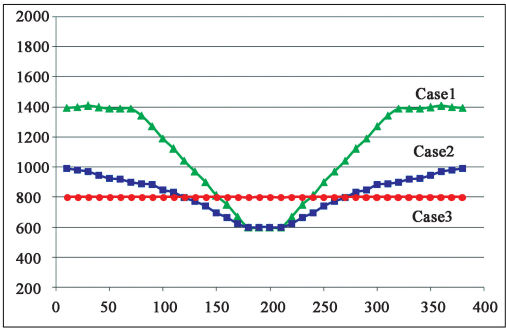


图 9 Gate 配线阻抗分布

Fig. 9 Resistance distribution of gate lines

同时,我们发现通过降低 Gate 波形的削角电压,亦可改善此 TAB Mura,如图 10 所示。所谓的削角电压,即是在 Gate 脉冲的某段时间内,将 V_{gh} 削减到 V_{gh1} 。图 10 还整理了为消除 TAB Mura,

不同的 Gate 配线状况对应的削角电压 V_{gh1} 大小。当如 Case1 阻抗最大最小比例为 2.35 时, V_{gh1} 需降低至 5 V,虽然如此可以改善 TAB Mura,但是易造成像素充电不足的问题;当如 Case2 阻抗最大最小比例为 1.66 时, V_{gh1} 需降低至 15 V;当如 Case3 阻抗最大最小比例为 1 时, V_{gh1} 仅需降低至 25 V,甚至无需削角。综上所述,优化 Gate 配线阻抗及调节 Gate 削角电压,均可以改善此类 TAB Mura,实际产品开发时,需结合这两个方法,以达成各项设计要求。

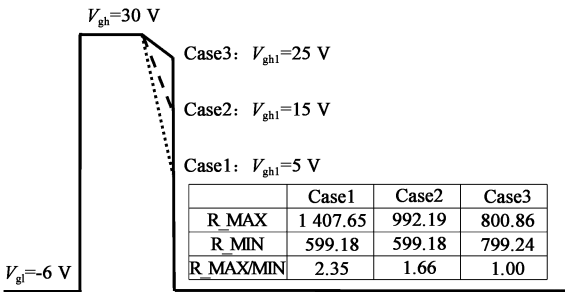


图 10 TAB Mura 解决方法

Fig. 10 Solution of TAB Mura

4 结 论

基于光配向技术,成功开发了不同模式的 UV²A 像素结构。采用此类像素结构的液晶面板,均具备出色的显示性能,比如全视角,更快的响应时间,超高的对比度等。

开发了一种新型的 hG-2D 像素结构及其驱动电路,解决了 65 in UHD 面板在 120 Hz 驱动下充电时间严重不足的难题。使用 JAS 膜技术,进一步提升了像素的穿透率。采用了网状结构的 Cs 线设计,增强了 Cs 信号的稳定性,克服了其信号延迟的不利因素。另外,探讨了 TAB Mura 的产生原因,提出了有效的解决方法,即优化 Gate 配线阻抗及调节 Gate 削角电压。

参 考 文 献:

[1] PARK B, MOON H S, JUN B J, *et al.* Enhanced oblique viewing angle color performance for S-PVA panels[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2008, 39(1): 204-207.

[2] GIM H Y, KIM S M, CHO I Y, *et al.* Alignment layer free and wide-viewing angle vertical alignment liquid crystal display[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2010, 41(1): 1744-1747.

[3] MIYACHI K, KOBAYASHI K, YAMADA Y, *et al.* The world's first photo alignment LCD technology applied to

generation ten factory[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2010, 41(1): 579-582.

[4] TIEN K C, WU Y C, LIAO C H, *et al.* Premium picture quality by super-multi-domain polymer sustained alignment LCD technology[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2012, 43(1): 371-374.

[5] KIM S S. The world's largest (82-in.) TFT-LCD[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2005, 36(1): 1842-1847.

[6] ZHENG H L, ZHOU L F, CHUNG T C, *et al.* TFT-LCD with CVA technologies[J]. *Journal of the IDW*, 2010, 7: 1807-1810.

[7] SEUNG H L, JONG M K, MINKOO K, *et al.* Behavioral model of an LCD panel with charge-shared pixel structure[J]. *Journal of the IDW*, 2011, 3: 197-198.

[8] KIM S S, BERKELEY B H, KIM T. Advancements for Highest-Performance LCD-TV[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2006, 37(1): 1938-1941.

[9] PARK S B, LYU J, UM Y S, *et al.* A novel charge-shared S-PVA technology[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2007, 38(1): 1252-1254.

[10] HUANG Y P, HUANG W K, TSAO C H, *et al.* Additional refresh technology (ART) of advanced-MVA (AM-VA) mode for high quality LCDs[J]. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 2007, 38(1): 1010-1013.

作者简介:周刘飞(1981—),男,江苏南通人,硕士研究生,从事 TFT-LCD 产品设计及技术研发。E-mail:zhouliufei@cecpandalcd.com.cn