

文章编号:1007-2780(2009)03-0372-05

TFT-LCD 的新型 VA 八畴驱动技术

王志军^{1,2}, 朱修剑², 李荣玉¹

(1. 上海交通大学 电子信息与电气工程学院, 上海 200030, E-mail: zj. wang@sva-o. com;
2. 上海广电光电子有限公司, 上海 200233)

摘 要: 提出了一种应用于 TFT-LCD 的新型 8 畴驱动技术, 可以简化现有的驱动电路, 节省成本。通过在 A、B 像素的 TFT 栅极上施加具有不同削角电压的栅极信号, 利用 TFT 像素的 Feed through 效应, 可以在 A、B 像素上得到不同的显示电压, 实现 8 畴显示。本技术只需要 1 组伽玛电压就可以实现 8 畴显示, 而传统的 TT-Type 则需要 2 组。模拟结果表明: 采用文章中提出的技术可以得到 8 畴的显示效果。由于栅极线 G_nA 、 G_nB 同时打开, 相比两根栅极线分时打开的传统 TT-Type 结构, 液晶电容有更多的充电时间。这样, 不需要增加 TFT 的 W/L 就可以得到很好的充电效果。同时, 由于不同灰阶电压下 A、B 像素的电压差取决于电容的耦合效应以及削角电压 V_1 和 V_2 的值, 因此相对于 CC-type 而言, 由于增加了 V_1 和 V_2 两个变量, 所以调试更加灵活。

关 键 词: 垂直配向; 8 畴; 削角电压; feed through
中图分类号: TN141.9; TN321+.5 **文献标识码:** A

1 引 言

液晶电视得以快速发展的一个基石是液晶面板的广视角技术。与电脑显示器相比, 电视对图像、色彩真实性和动态响应的要求较高。收看电视的行为特点是距离较远、多人同时观看且具有不同姿态等。如果在不同视角下, 同一画面区域的图像亮度、对比度和色彩等相差甚大, 则该电视技术就不能称为是一个完善的显示技术。液晶的广视角技术就是要尽可能弥补液晶显示技术的缺点, 使得图像的对比度、色度和亮度在大视角范围内保持均匀。

目前, 液晶广视角技术可分为 4 大类:

- (1) 扭曲向列相 (Twist Nematic, TN) 模式 + 补偿膜技术;
- (2) 垂直配向技术 (Vertical Alignment, VA), 包括 MVA、PVA 和 CPA 技术;
- (3) 沿面排列开关技术 (In Panel Switching, IPS), 包括 IPS 和 FFS (Fringe Field Switching) 技术;
- (4) 光学补偿弯曲技术 (Optically Compensated Bend, OCB)。

其中 VA 技术包括夏普的连续焰火状排列技术 (Continuous Pinwheel Alignment, CPA), 富士通的多畴垂直配向技术 (Multi-domain Vertical Alignment, MVA)^[1,2] 和三星的图像垂直配向技术 (Patterned Vertical Alignment, PVA), 它们的基本原理相同, 是目前大尺寸液晶电视面板的主流技术。

2 MVA 技术

MVA 技术基本原理是不加电压时, 液晶分子长轴垂直于基板表面, 偏振光通过液晶层时不产生位相变化, 由于上下偏光板正交, 通过液晶层的偏振光不能通过上偏光板, 而得到优异的黑态 (图 1)。加上电压时, 利用基板表面的凸起, 把一个子像素内液晶在电场作用下的取向分成多个畴 (Multi-domain), 不同畴的亮度在角度方面的差异互相补偿或平均, 从而实现广视角化。如图 2 所示, 在左边单畴 VA 结构中 (已加上一定的电压), 由于液晶分子的棒状结构, 在不同角度观察到的液晶分子的形状是不同的, 在光学上是亮度的不同, 即很差的视角; 在右边的多畴 VA 结构中, 在同一角度可同时观察到不同畴中取向不同

的液晶分子,观察到的总体光学亮度是人眼对不同畴中光学亮度的平均。这个平均值随角度的变化较小,即有很好的视角。

采用 MVA 或其他 VA 技术所生产的面板具有很高的对比度。这是因为不加电压时,液晶分子长轴垂直于基板表面,线性偏振光垂直通过液

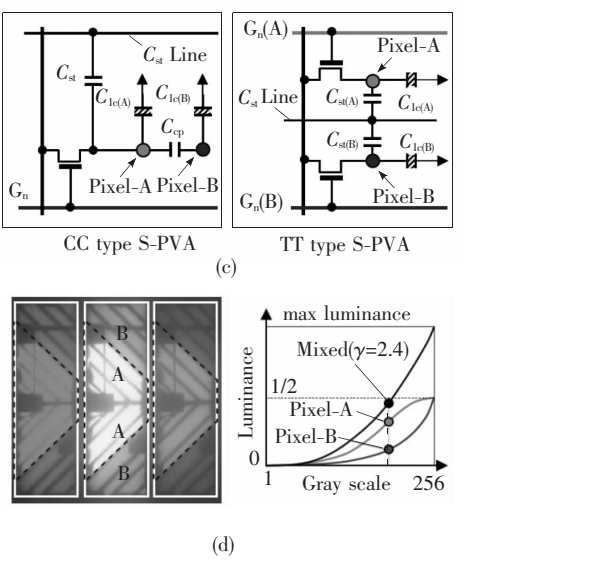
晶层时不产生位相差,光被前偏振片吸收。线性偏振光以某个角度通过液晶层时,会产生位相差,但可被偏振片上的补偿膜产生的负的位相差所抵消。因为各方向视角对于垂直态是对称的,所以用一张补偿膜可以产生在各个角度好的“黑”补偿效果。但是补偿膜在“亮”态却不能产生满意的各个方向均一亮度,因为传统 MVA 的 4 畴对于补偿膜的光轴方向并不对称。随着视角增大,黑态仍很黑,但亮度却下降,虽然对比度降低不多,但出现色偏,即随观看角度的增大会出现颜色变淡的现象。

为了进一步降低亮度的视角依赖性,三星率先开发了 8 畴技术,称为 S-PVA(Super PVA)技术^[3]。传统的 PVA 通过将以同一角度倾斜(极化角 Polar Angle)的液晶分子按 4 畴配置,来改善视角依赖性。S-PVA 技术将一个子像素分为两个区域,两个区域有不同的电压(图 3a),造成每个区域液晶分子的倾斜角的不同,从而有不同的亮度(图 3b)。不同的电压可以通过 CC-Type(Capacitor-Capacitor)或 TT-Type(Transistor-Transistor)的阵列设计来实现(图 3c)。因为每个区域液晶仍有 4 个不同的平面取向(Azimuthal angle),所以 S-PVA 的每一个子像素共有 8 个不同的液晶取向,即用 8 畴来互相补偿亮度。另外,因为两个区域有不同的亮度,就有两个不同的伽

图 1 VA 模式关态示意图
Fig. 1 Off-state of VA mode

图 2 单畴 VA 和多畴 VA 模式的视角特性
Fig. 2 View angle of mono-domain VA and multi-domain VA

图 3 S-PVA 原理。(a)两个区域加不同电压;(b)不同区域的液晶取向角;(c)8 畴的两种架构;(d)两个区域不同的 Gamma 曲线。
Fig. 3 Principle of S-PVA. (a)Different voltage at 2 regions;(b)Polar angle at different region;(c)Two structures of 8 domain;(d)Gamma curves of pixel A and pixel B.



玛电压曲线(图 3d),它们对角度的变化有不同的依存性,可以互相补偿使总的伽玛电压随角度的变化不大。S-PVA 面板的颜色变化(色度坐标 $\Delta u'v'$)从原来的 0.05 减小到了不到 0.02,基本可以消除色偏现象。其他 8 畴的技术有:友达在 CC-type 的基础上进行改进,提出的 ART(Additional Refresh Technology)技术^[4];夏普和奇美采用的公共电压(V_{com})交变技术等^[5-7]。

如上所述:在 TT-type 中,需要采用 2 组伽玛电压得到不同的灰阶电压;并且栅线必须分时打开才能对 A 像素和 B 像素充入不同的灰阶电压,因此会降低其充电时间,从而影响到显示质量,需要进行预充电的设计^[2],这样增加了像素设计和驱动的难度。另外,CC-type 由于是电容耦合而使 A、B 像素得到不同的显示电压,一旦像素结构决定,其电压不能控制,相对 TT-type 来说,A、B 像素电压可以控制的灵活度较低。

3 新型 8 畴驱动技术

本文在 TT-Type 的基础上提出一种有别于现有方式的 8 畴实现方法。

3.1 子像素的等效电路

单个子像素的等效电路如图 4 所示:子像素包括 A、B 两个部分,并且两个部分的架构完全一样。其源极都连接到数据线 D_m ,而 G_nA 和 G_nB 为两根不同的栅极线,分别连接到晶体管 Tr_1 和 Tr_2 的栅极。 G_nA 和 G_nB 的驱动波形如图 5 所示:在第 N 帧显示画面时, G_nA 的栅极电压有个削角波形,其削角的最低电压为 V_1 ,而 G_nB 的栅极电压的削角最低电压为 V_2 ;在第 $N+1$ 帧显示画面时,这两个削角最低电压进行互换,即 G_nA

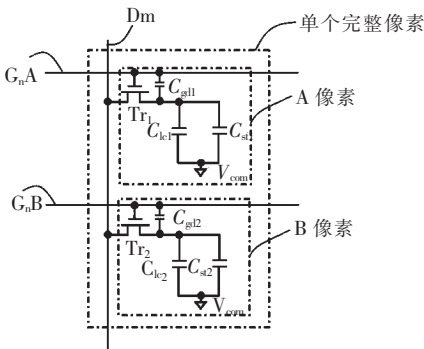


图 4 子像素等效电路

Fig. 4 Equivalent circuit of sub-pixel

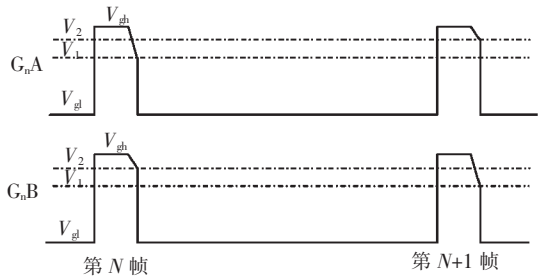


图 5 栅极驱动波形

Fig. 5 Scanning signal

的削角最低电压为 V_2 , G_nB 的削角最低电压为 V_1 。

3.2 8 畴显示的实现

在显示第 N 帧时, A 像素扫描线 G_nA 的削角电压为 V_1 , 在 TFT 关闭时, 扫描线 G_nA 电压由 V_1 变为 V_{gl} , 由于 Feed through 效应造成 A 像素电极上的电压变化 ΔV_{p1} 可以表示为:

$$\Delta V_{p1} = \frac{C_{gd1}}{C_{gd1} + C_{cl1} + C_{st1}} \times (V_{gl} - V_1) \quad (1)$$

其中 C_{gd1} 为栅极和漏极之间的耦合电容, C_{cl1} 为 A 像素的液晶电容, C_{st1} 为 A 像素的存储电容。

而 A 像素最终像素电压 V_{p1} 可以表示为:

$$V_{p1} = V_d + \Delta V_{p1} \quad (2)$$

其中 V_d 为加在数据 D_m 上的电压;

同理, TFT 关闭时, B 像素电极上的电压变化 ΔV_{p2} 可以表示为:

$$\Delta V_{p2} = \frac{C_{gd2}}{C_{gd2} + C_{cl2} + C_{st2}} \times (V_{gl} - V_2) \quad (3)$$

其中 C_{gd2} 为栅极和漏极之间的耦合电容, C_{cl2} 为 B 像素的液晶电容, C_{st2} 为 B 像素的存储电容。

最终 B 像素的像素电压 V_{p2} 可以表示为:

$$V_{p2} = V_d + \Delta V_{p2} \quad (4)$$

由于 A 像素和 B 像素的结构相同, 所以 $C_{gd1} = C_{gd2}$, $C_{cl1} = C_{cl2}$, $C_{st1} = C_{st2}$; 由于 $V_1 \neq V_2$, 所以 $\Delta V_{p1} \neq \Delta V_{p2}$, 则可以得到 A 像素和 B 像素上的电压不相等, 即 $V_{p1} \neq V_{p2}$ 。从而 A 像素和 B 像素透过光的亮度不同, 实现 8 畴显示。

在第 $N+1$ 帧时, 由于数据信号的极性反转, 所以扫描线 G_nA 的削角电压由 V_1 变为 V_2 , G_nB 的削角电压由 V_2 变为 V_1 。同理可得, $V_{p1} \neq V_{p2}$ 。

4 模拟实验

为了确认此架构的可行性, 采用了 Gateway 和 SmartSpice 进行建模和模拟。

4.1 模型建立

设定 $C_x = C_{lc} + C_{st} = 0.4 \text{ pF}$; $C_{gd} = 0.02 \text{ pF}$; TFT 开态电压 $V_{gh} = 25 \text{ V}$; TFT 关态电压 $V_{gl} = -6 \text{ V}$; $V_1 = 20 \text{ V}$; $V_2 = 15 \text{ V}$; TFT 的宽长比 $W/L = 25 \mu\text{m}/5 \mu\text{m}$ 。建立一个像素的模型如图 6 所示。

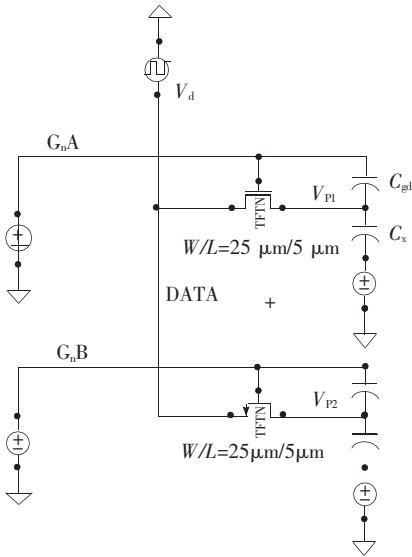


图 6 像素模型
Fig. 6 Pixel model

4.2 模拟结果

分别就灰阶电压 $V_d = 12 \text{ V}, 10 \text{ V}, 8 \text{ V}, 6 \text{ V}$ 进行模拟。图 7 给出了 $V_d = 8 \text{ V}$ 时的模拟结果。

表 1 为 V_d 分别为 12, 10, 8 V 和 6 V 时, A、B 像素上显示电压的模拟结果, 可以发现: 在不同的灰阶电压下, A 像素的显示电压 (V_{p1}) 和 B 像素的显示电压 (V_{p2}) 均不相同, 则 A 像素和 B 像素上的亮度就存在差异, 即可以达到 8 畴显示的效果。

另外可以看到, 输入的灰阶电压越高, 像素电压的差值越小, 因此在显示白画面时 (灰阶电压最高时), 面板整体损失的亮度很小。

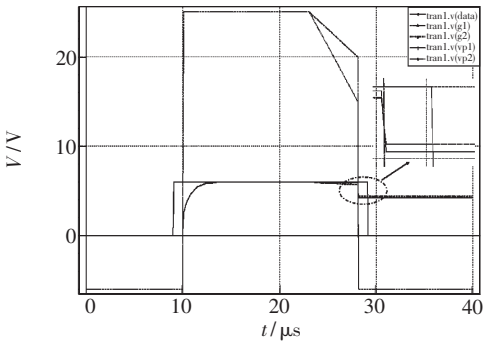


图 7 $V_d = 8 \text{ V}$ 的模拟波形
Fig. 7 Simulation waveform when $V_d = 8 \text{ V}$

表 1 不同灰阶电压对应的像素电压
Table 1 Pixel voltage at different gray voltage

$V_d \text{ (V)}$	$V_{p1} \text{ (V)}$	$V_{p2} \text{ (V)}$	ΔV
12	10.283 0	10.350 0	0.067 0
10	8.260 0	8.373 7	0.113 7
8	6.230 6	6.390 3	0.159 7
6	4.187 0	4.392 3	0.205 3

5 结 论

从模拟结果可知, 采用本文中提出的技术可以得到 8 畴的显示效果。由于是利用像素本身的 Feed through 效应, 因此在这种结构下只需要 1 组伽玛电压即可, 外围电路变得相对简单, 节省了成本。由于 G_nA 、 G_nB 同时打开, 相比两根栅极线分时打开的传统 TT-Type 结构, 液晶电容有更多的充电时间。这样, 不需要增加 TFT 的沟道宽长比就可以得到很好的充电效果。同时, 由于不同灰阶电压下 A、B 像素的电压差取决于电容的耦合效应以及削角电压 V_1 和 V_2 的值, 因此相对于 CC-type 来说, 增加了 V_1 和 V_2 两个变量, 调试相对比较灵活。实际应用中, 为了降低驱动的复杂度, 可以使 V_1 或者 V_2 等于 TFT 的开态电压 V_{gh} 。

参 考 文 献:

[1] 武田有广, 大室克文, 小池善郎, 等. 液晶显示装置: 中国, CN1211745A[51][P]. 1998-06-12.
[2] 马红梅, 王娜红, 孙玉宝. 弱锚定垂直排列液晶显示器的响应时间[J]. 液晶与显示, 2008, 23(1): 26-29.
[3] Sang Soo Kim. The World's Largest (82-in.) TFT-LCD[C]//SID'05 Digest, Boston, USA; SID, 2005: 1842-1847.
[4] Huang Weikai, Tsao Chenghan, Su Jengjia, et al. Additional refresh technology (ART) of advanced-MVA (AMVA) mode for high quality LCDs [C]//SID'07 Digest, California, USA; SID, 2007: 1010-1013.
[5] Kentaro Irie, Fumikazu Shimoshikiryoh. Liquid crystal display apparatus and method for driving the same: US, US20080158203A1[51][P]. 2008-07-03.

[6] Fumikazu Shimoshikiryoh, Liquid Crystal Display;US,US0074299813B2[51][P]. 2008-09-30.
[7] Hsieh Ming-Feng,Chen Chien-Hong, Hsien Chih-Yung,*et al.* Liquid Crystal Display;US,US20070164957A1[51]
[P]. 2007-07-19.

Novel 8 Domain Driving Technology for TFT-LCD

WANG Zhi-jun^{1,2}, ZHU Xiu-jian², LI Rong-yu¹

(1. School of Electronic , Information and Electrical Engineering , Shanghai Jiaotong University ,
Shanghai 200030 , China ,E-mail :zj. wang@sva-o. com ;
2. Shanghai Optronics Co. Ltd. , Shanghai 200233 ,China)

Abstract

A novel 8 domain driving technology, which had the feature of low circuit cost for VA mode TFT-LCD panel was proposed. Based on the feed through effect in TFT-LCD pixels, pixel A and pixel B can get different driving voltages by turning on/off TFTs using scanning signals with different gate shaping waveforms. Compared with the complicated conventional TT-type driving method which needs 2 sets gamma voltages to get different voltages for pixel A and pixel B, the circuit of the new driving method is simplified because it only need 1 set gamma voltage. The simulation result proved that 8 domain driving can be realized at different gray voltages, and the pixel structure needn't modify because TFTs in pixel A and pixel B turn on at same time, so that it have enough time to charge liquid crystal capacitors in comparison with conventional TT-type.

Key words:vertical alignment; 8 domain; gate shaping voltage; feed through

作者简介:王志军(1977—),男,浙江龙游人,硕士研究生,主要从事 TFT-LCD 驱动电路的设计。