

文章编号: 1007-2780(2012)06-0785-04

低功耗 TFT-LCD 驱动方法

商广良, 赵天月, 赵星星, 王强涛, 姚 琪, 杨亚锋, 张玉婷,
张凯亮, 冷长林, 张丽蕾, 金瑞润, 柳在一, 王 刚

(京东方科技集团股份有限公司 技术中心, 北京 100176, E-mail: shangguangliang@boe.com.cn)

摘 要: 为了降低薄膜晶体管液晶显示器(TFT-LCD)的功耗, 提出了一种新的双栅之型反转驱动方法。研究了双栅之型反转驱动技术的节能原理, 完成了相关结构设计、电路设计, 制作了 35.6 cm(14 in) WXGA (1 366 RGB×768) 样品, 测试并分析了节能效果。结果表明, 该技术可以有效降低 TFT-LCD 的功耗, 在显示彩条画面的情况下, 液晶屏模拟电源功耗降低了 70% (191 mW)。分析了出现的莫尔条纹问题, 并提出了解决方案。该研究为降低 TFT-LCD 及其他显示设备的功耗提供了一种驱动方法及设计参考。

关 键 词: TFT-LCD; 低功耗; 驱动; 双栅之型反转; 莫尔条纹

中图分类号: TN27

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20122706.0785

Driving Method for Low Power Consumption in TFT-LCDs

SHANG Guang-liang, ZHAO Tian-yue, ZHAO Xing-xing, WANG Qiang-tao,
YAO Qi, YANG Ya-feng, ZHANG Yu-ting, ZHANG Kai-liang, LENG Chang-lin,
ZHANG Li-lei, KIM Sean, RYU Jai-il, WANG Gang

(Technology Center, BOE Technology Group Co., LTD.,

Beijing 100176, China, E-mail: shangguangliang@boe.com.cn)

Abstract: A dual-gate + Z-inversion (DZi) driving method was proposed to reduce power consumption of thin-film transistor liquid crystal display (TFT-LCD). The power saving principle of DZi driving was researched, the structure design and circuit design were finished, 35.6 cm(14 in) WXGA (1 366 RGB×768) samples were manufactured, and the power saving effect was measured and analyzed. As results, DZi can save TFT-LCD power consumption in effect, such as panel AVDD power reduces 70% (191 mW) when display color-bar pattern. Moiré phenomenon that appeared in DZi module was analyzed, and solutions were proposed. The research established a driving method and design reference for lower power consumption in TFT-LCDs and other displays.

Key words: TFT-LCD; low power consumption; driving; dual-gate+Z-inversion; Moiré phenomenon

1 引 言

随着绿色节能、低碳环保的意识深入人心, 人们对设备功耗的要求也越来越高, 显示设备自然

也不例外。由于笔记本电脑、手持电脑以及手机等移动设备大多数时间靠电池供电, 而电池的容量是有限的, 所以降低功耗对延长设备的工作时间尤为重要。

收稿日期: 2012-07-26; 修订日期: 2012-08-31

作者简介: 商广良(1980—), 男, 山东菏泽人, 硕士, 高级工程师, 从事 LCD 驱动电路技术开发工作。

现在,移动、手持设备普遍采用 TFT-LCD 显示屏,有研究资料表明,TFT-LCD 功耗约占整体功耗的 40%,所以降低功耗是 TFT-LCD 技术和产业发展面临的严峻挑战。如果没有有效降低功耗的方法,TFT-LCD 将很难与 OLED 等技术竞争。所以,本研究具有重要的意义。

截止目前,世界上大多数 TFT-LCD 公司、研究所以及高校都对低功耗技术进行了深入研究^[1-7],如京东方(BOE)、乐金(LG)、三星(SEC)、中科院长春物理研究所、华南师范大学等。

TFT-LCD 低功耗驱动关键技术包括之型反转(Z-inversion)、半模拟电压驱动电路(half-AVDD)、高开口率(high aperture ratio)、低压液晶(low voltage LC)、动态背光控制(DBLC: dynamic backlight control)以及短边发光二极管背光源(narrow side LED BLU)等技术。

双栅之型反转(dual-gate + Z-inversion, DZi)是之型反转的特别技术之一,该项研究填补了我国这方面的技术空白,对低功耗驱动技术特别是 TFT-LCD 低功耗驱动技术的发展有重要意义。

2 双栅之型反转驱动方法

2.1 双栅之型反转驱动节能原理

液晶在长时间直流偏置电压的作用下会发生老化^[8],即出现加在液晶两端电压改变时液晶偏转变慢、偏转幅度变小、甚至严重时不偏转的现象。为了解决这个问题,普遍采用的方法是加在液晶两端的电压极性不断反转,同时,为了防止人眼觉察到由于正负电压不同引起的亮度变化,还需要提高电压极性反转的频率,目前一般是 60 Hz。与此同时,还需要在空间方面来补偿,即加在相邻像素液晶的电压正负极性交叉分布,如点反转、列反转、行反转等,而点反转则是常用的驱动方式之一。

这种情况下,对 TFT-LCD 而言,源驱动信号需要几十千赫甚至上百千赫的反转频率,如图 1(a)中所示,大大增加了驱动功耗。

为了降低功耗,本文提出了一种双栅之型反转驱动方法。双栅之型反转通过改变源驱动线与像素的连接方式,再加上相邻源驱动线施加极性相反的信号实现相邻像素液晶的电压正负极性交叉分布,而驱动时数据信号电压极性在一帧内则

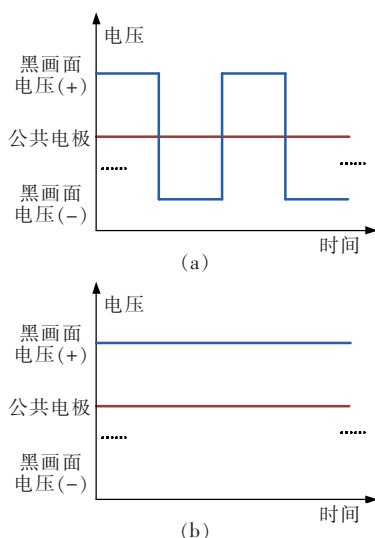


图 1 (a)点翻转驱动波形时序图,(b)双栅之型反转驱动波形时序图。

Fig. 1 (a) Dot-inversion drive voltage timing chart, (b) DZi drive voltage timing chart.

不需要改变,减少了数据线充放电的幅度及次数,如图 1(b)中所示,从而实现降低驱动功耗。

2.2 双栅之型反转像素连接方式及其驱动时序

研究中采用实现点翻转的双栅之型反转结构^[9],其驱动线与像素连接方式如图 2 所示,其特征是每条数据线(D2、D3……,边界的,一般只连接两列,如 D1,有的也增加 1 列或两列空子像素)连接其左右相邻最近四列中一半的子像素,所连接子像素呈点跳跃式分布,并且从上到下依次连接的子像素方向重复“左右左右”(或重复“右左右左”),两行像素一周。该结构的驱动时序如图 3 所示,即第一栅极 G1 打开时,第一行像素一半(即第 2、3、6、7……子像素)充电,数据线 D1、D3、D5、D7……上的电压为负极性,数据线 D2、D4、D6……上的电压为正极性;第二栅极 G2 打开时,第一行像素另一半(即第 1、4、5、8、9……子像素)

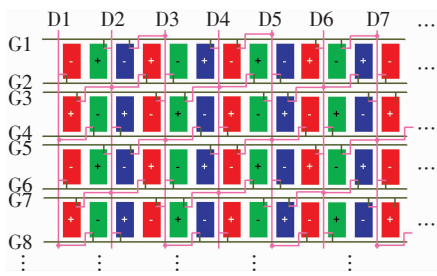


图 2 双栅之型反转像素连接关系示意图

Fig. 2 DZi pixel connection schematic

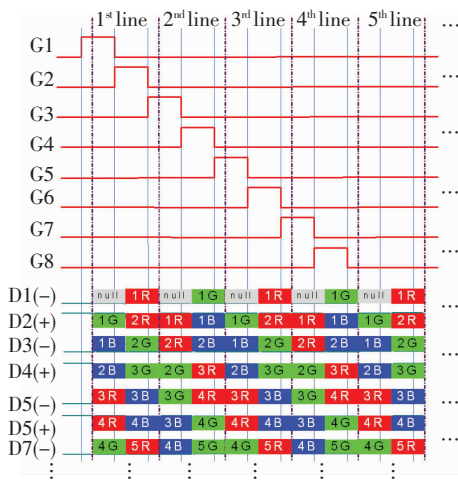


图 3 双栅之型反转驱动时序图
Fig. 3 DZi drive timing chart

充电,数据线 D1、D3、D5、D7……上的电压仍为负极性,数据线 D2、D4、D6……上的电压则仍为正极性;第三栅极 G3 打开时,第二行像素一半(即第 1、4、5、8、9……子像素)充电,数据线 D1、D3、D5、D7……上的电压仍为负极性,数据线 D2、D4、D6……上的电压则仍为正极性;第四栅极 G4 打开时,第二行像素另一半(即第 2、3、6、7……子像素)充电,数据线 D1、D3、D5、D7……上的电压为负极性,数据线 D2、D4、D6……上的电压为正极性。

后面重复与这两行类似的时序,直到一帧结束。下一帧时,数据线上信号极性反转,充电时序同上一帧,而后,再重复以上过程。

由此,双栅之型反转实现了一帧时间内,数据线上电压极性不翻转,而同时也保证了像素电压极性呈点翻转分布。因此在降低功耗的同时,也保证了模组的光学均匀性。

3 结果与讨论

3.1 双栅之型反转节能效果

研究中制作了 35.6 cm(14 in)WXGA(1 366 RGB×768)样品,其功耗测试结果如图 4 所示。由图 4 可知,双栅之型反转驱动方法可以节省数据驱动器模拟电源(AVDDS,包括半模拟电压 HAVDD)的大部分的功耗,典型情况下(即显示彩条画面时)节省约 70%(191 mW),最大功耗时(即显示点跳跃画面时)约节省 50%(148 mW),最小功耗时(即显示白画面时)也可以节省约 33%(66 mW)。

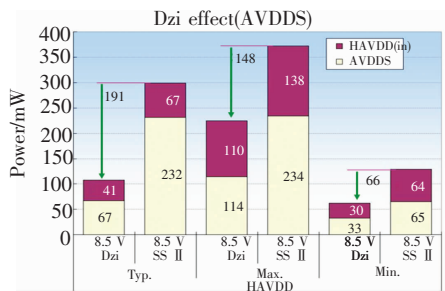


图 4 双栅之型反转节能效果
Fig. 4 DZi power saving effect

3.2 问题及解决方案

双栅之型反转模组初期样品在点亮时,视线与面板倾斜一定角度内,有明显的莫尔条纹现象,如图 5 所示。

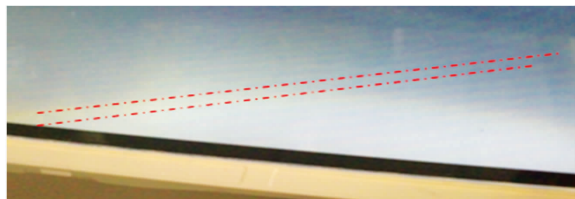


图 5 双栅之型反转模组莫尔条纹现象
Fig. 5 Moiré phenomenon of DZi module

莫尔条纹的形成是由两块参数相近的透射光栅小角度叠加产生放大的光栅,如图 6 所示,(a)、(b)叠加产生(c)的效果^[10-11]。

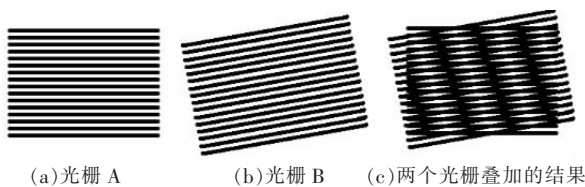


图 6 莫尔条纹产生原理示意图

Fig. 6 Principle of Moiré phenomenon

如图 7(a)所示,双栅之型反转像素分布:水平方向 12 个子像素,即 4 个像素(920 μm)重复一次,垂直方向 2 行像素(460 μm)重复一次,重复周期为 4×2,对角线倾角 $\theta_1 = 26.6^\circ$ 。如图 7(b)所示,背光源的增亮膜(BEF)的光栅间距 $d = 48 \mu\text{m}$;光栅与水平线夹角 $\theta_2 = 15^\circ$ 。BEF 的光场存在周期性波动,增加扩散片波动频率不变,振幅减小。像素光栅与 BEF 光栅交叠角度 $\theta = \theta_1 - \theta_2 = 11.6^\circ$,叠加产生放大光栅,故此有莫尔

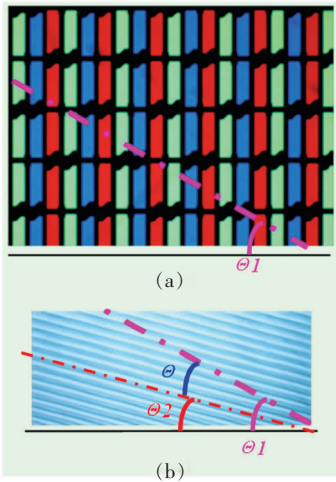


图 7 双栅之型反转模组产生莫尔条纹原理
Fig. 7 Principle of Moiré phenomenon in DZi module

条纹。

实验发现将上述 BEF 棱镜角度 Θ_2 改为 75° 时,莫尔条纹轻微,再加一层上扩散片,莫尔条纹完全消失;当 Θ_2 为 90° 时,莫尔条纹最不明显;当 Θ_2 为 $10^\circ \sim 42^\circ$,即与像素周期性结构交叠角度 $\Theta < 16^\circ$ 时,莫尔条纹较明显。

参 考 文 献:

- [1] 杨虹,王刚,唐志勇,等. 一种低压驱动 TFT 液晶显示屏的方法 [J]. 液晶与显示,1999,14(3):211-215.
- [2] 杨虹,王刚,唐志勇,等. 液晶屏驱动方法研究 [J]. 微电子学,2000,30(1):39-42.
- [3] 林志成,邵庆益,陈阿青. 一种用于 LCD 驱动的低功耗输出缓冲放大器 [J]. 液晶与显示,2010,25(2):220-224.
- [4] Park H W, Moon S H, Kang N S, *et al.* A Data-line sharing method for lower cost and lower power in TFT-LCDs. [C]//IMID'05 DIGEST, KR:IMID, 2005:531-534.
- [5] Yun S C, Lee C D, Nam Y S, *et al.* New driving method for low logic power consumption in TFT-LCDs[C]//SID 10 DIGEST, USA:SID, 2010:619-621.
- [6] 曾永红,邹雪城,付智辉,等. 基于 STN-LCD 控制驱动器的低功耗技术 [J]. 华中科技大学学报(自然科学版),2006,34(12):95-97.
- [7] 华广胜,布占场,郑效盼,等. 低功耗液晶电视 LED 背光源设计 [J]. 液晶与显示,2011,26(4):460-463.
- [8] 范志新. 液晶器件工艺基础 [M]. 北京:北京邮电大学出版社,2000:5-20.
- [9] 京东方科技集团股份有限公司. 液晶显示器:中国,CN102455552 [P]. 2012-05-12.
- [10] 海滨天地. 莫尔条纹[R/OL]. [2011-06-22]. <http://wenku.baidu.com/view/358c8bd96f1aff00bed51ea5.html>.
- [11] Amidror I. *The Theory of the Moiré Phenomenon, Volume I: Periodic Layers* [M]. Second Edition. London: Springer-Verlag London Limited, 2009:9-55.

根据以上测试及分析,提出如下 3 种解决方案:

(1)改变 BEF 棱镜(即光栅)角度,应大于 42° 或小于 10° 。目前采用棱镜角度为 75° 的 BEF,有效消除了莫尔条纹。

(2)减小 BEF 棱镜间距:间距越小,莫尔条纹越不明显,设计中要消除莫尔条纹,BEF 棱镜间距应小于 $14 \mu\text{m}$;

(3)优化像素结构和排布:消除过于明显的像素结构的周期性排布。

4 结 论

通过双栅之型反转驱动技术的原理探讨和实验验证,可知双栅之型反转驱动可以有效降低 TFT-LCD 的功耗,特别是液晶屏模拟电源的功耗。

但同时,也出现了莫尔条纹现象,通过控制像素周期性结构与背光源 BEF 棱镜的交叠角度大于 16° ,可以有效避免莫尔条纹现象。

该研究为降低 TFT-LCD 及其他显示设备的功耗提供了一种驱动方法和设计参考。