

彩色电视液晶显示器的发展

李 清 泉

(湖南广播设备厂,长沙 410001)

本文从液晶显示器原理出发,阐述了矩阵型液晶显示器原理,重点介绍当今普遍采用的有源矩阵驱动型液晶显示器。液晶显示不仅用于符号、数字、文字等显示,还用于图象显示。诚然,图象显示的难度是大一些,但是近来已有长足的进步。本文介绍了用于彩色电视的液晶显示,最后介绍了 14 英寸彩色电视液晶显示器的概况。

液晶显示由于体积小、重量轻和省电,最初用于手表、电子计算器的数字显示。

随着液晶材料及激励方式的改善,新的显示方式的开发,显示容量有了大幅度增长,现在液晶显示已用于文字信息处理机及电子计算机的文字和图形显示。最近,由于图象质量和彩色进一步提高,液晶显示已推广到电视等用作图象显示。于是,出现了袖珍式彩色电视机和电视、录象一体化等新型产品。

一、液晶显示的工作原理

液晶是分子排列介于完全规则晶体状态与不规则各向同性液体状态之间的中间态物质。一般说来,液晶和液体一样可以流动,但在不同方向有不同的折射率、介电常数和磁化率(类似各向异性的晶体)。

液晶材料均为有机化合物,分子结构具有细长形状。这样的分子可因外界的微弱电场、磁场和极微弱的热刺激而改变其排列方向,或者使分子运动发生紊乱。利用液晶的这种特性很容易改变它的光学性质。人们特别感兴趣的是,在外部电场作用下,由于它的折射率各向异性,使旋光性、光散射等特性发生变化,便于用电对光进行调制。

液晶显示就是利用这种电-光效应。根据电信号使液晶状态发生的变化,以及转换成光信号的转换机理不同,电-光效应可分为动态散

射效应、扭曲向列效应、电控双折射效应、相变效应、存贮效应和宾主效应等。扭曲向列效应又简称为 TN 效应,现在用得最多。

二、矩阵型液晶显示

在液晶显示发展初期,为了显示数字与符号,使用透明电极形成的段显示。现在为了显示任意的文字和图象,多采用矩阵型显示。这种矩阵显示是当外加电压时,顺序选择行电极与列电极的交点象素而进行显示。矩阵型液晶显示根据驱动方式的不同,可分为单纯矩阵驱动和有源矩阵驱动两种。

1. 单纯矩阵驱动液晶显示

单纯矩阵驱动液晶显示(如图 1 所示)是在互相垂直的两条带状透明电极即行电极与列电极之间放置液晶,其结构非常简单。

这种方式早就为人们所知。但是,在一条电极上有很多象素,液晶显示时,非选择象素上也施加有电压,这会产生交叉效应,从而降低了图象的对比度。

图 2 是单纯矩阵驱动液晶显示板的等效电路。图中全部行电极与列电极液晶象素的电容连接成矩阵,在各电极上外加电压,在某一点(图中为 X_i 和 Y_j 的交点)的象素上外加全部电压,在图中标 * 的象素上外加部分电压。我们称有部分电压的点为半选点,有全部电压的点为选择点,其他点为非选点。半选点的电压随图象

而变,在显示点上下左右各点由于交叉效应产生一定程度的淡线,在某些图象情况下,选择点与半选点的电压几乎相等,这样的图象是不能显示的。

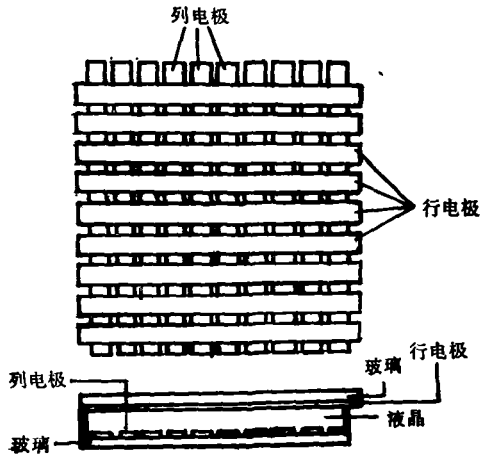


图1 单纯矩阵驱动液晶显示板

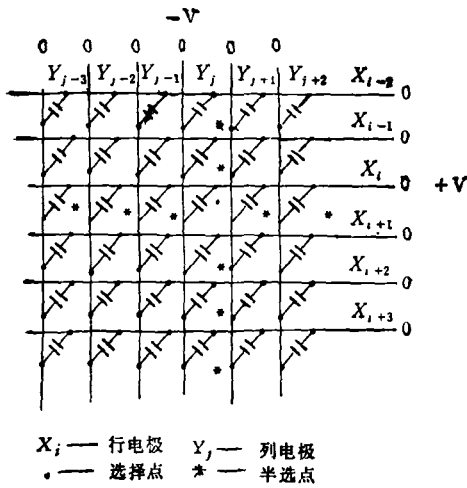


图2 单纯矩阵驱动液晶显示板等效电路

为了改善单纯矩阵驱动所存在的问题,通常采用电压平均化法的驱动方式。此法是将半选点的电压分配一些给非选择点,也就是将选择点以外的点的电压在所有点平均分配。根据此法使各电极电压处于最佳值。设选择点电压有效值为 V_{on} , 选择点以外各点电压有效值为 V_{off} , 它们的比可用下式表示:

$$\frac{V_{on}}{V_{off}} = \sqrt{\frac{N+1}{N-1}}$$

式中 N 为行电极数。当行电极数 N 很大时,

V_{on}/V_{off} 趋近于 1。这就是说,当 N 增加时,显示的对比度下降。液晶的电光特性曲线愈陡,对比度就上升,行电极数就可以增加。

这种单纯矩阵驱动的 TN 型液晶显示,显示质量受液晶固有特性的限制,不能得到满意的图象对比度。为此,必须改进液晶材料及液晶板结构,才能改善液晶的显示特性。为此,人们曾大力改善 TN 型液晶的显示特性,使用所谓 DST (双重超扭曲) 型新型显示模式的液晶微型组件。480 条行电极数得到 12:1 的对比度,和原来 TN 型液晶显示板比较,行电极数与对比度均大大改善。

2. 有源矩阵驱动液晶显示

有源矩阵驱动液晶显示,是在液晶板内部设置非线性元件,由于它的作用而得到液晶的驱动。根据非线性元件的不同,这种显示分为应用二极管等两端元件和应用场效应管等三端元件两种。其中,由于两端元件的门限特性,液晶的电光特性上升段(或下降段)很陡,可作为单纯矩阵考虑。因此,这里仅说明采用场效应晶体管的有源矩阵驱动液晶显示。

有源矩阵驱动液晶显示,由于是在液晶板内形成场效应管,因此液晶板工艺和集成电路类似,由于场效应管的隔离,没有交叉效应,图象对比度高。

作为场效应管,有以硅晶片为基片的金属-氧化物-半导体场效应管(简称 MOS-EFT) 和以玻璃为基片的薄膜晶体管 (TFT) 等两种。现在大多采用 TFT。

图 3 为 TFT 有源矩阵驱动的液晶板结构,在一块玻璃上,形成互相绝缘的行电极和列电极,在它们的交点上用薄膜形成技术和光刻技术制作薄膜晶体管 TFT。TFT 的栅极、源极和漏极各有引线分别连接行电极、列电极和显示象素。在另一块玻璃上,所有象素形成一个公共电极,用这两块玻璃夹着液晶构成 TN 型液晶板。

图 4 为 TFT-LCD 液晶板的等效电路,顺序选择各行电极(栅极总线)顺序施加电压,与同步地施加电压信号于列电极(源极总线),

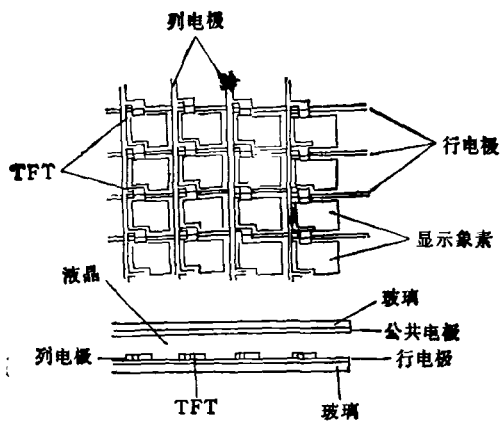


图3 TFT-LCD (液晶显示器)液晶板结构

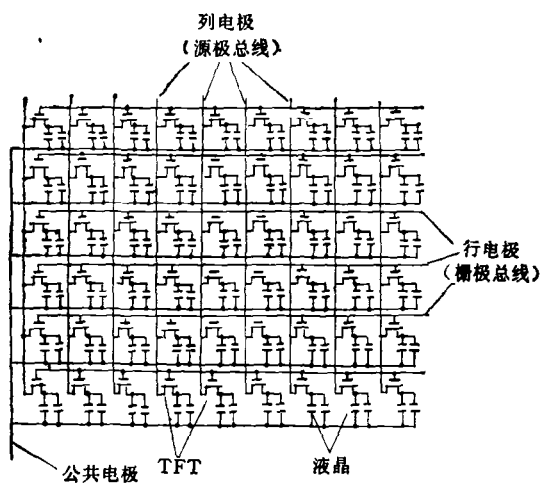


图4 TFT-LCD 液晶板等效电路

以控制正在进行线扫描的各像素的明暗。

TFT-LCD 液晶显示, 不象单纯矩阵驱动 LCD 的显示特性那样受液晶特性的制约, 因而可得到高对比度、高扫描行数的良好显示。

3. 图象显示用矩阵型液晶显示

电视等图象显示器使用矩阵型液晶显示, 其最低要求如下: (1) 240 条以上的扫描线(行电极数); (2) 30:1 以上的显示对比度; (3) 灰度显示。

单纯矩阵驱动 LCD 是不能满足这些要求的。图象显示用的矩阵型 LCD, 采用 TFT 有源元件矩阵驱动方式, 这样的 3 英寸和 4 英寸全彩色 TFT-LCD 组件国外已批量生产。今年已试制成功 14 英寸全彩色 TFT 液晶显示, 其图象质量已获得很高评价。

三、彩色 TFT 液晶显示器概况

3 英寸和 4 英寸彩色 TFT-LCD 国外已批量生产供应市场, 均采用 NTSC(M) 和 PAL 制式。

图 5 示出这种 TFT-LCD 液晶板的结构。在公共电极的玻璃板上, 形成红、绿、蓝滤色器。为了提高对比度, 在滤色器周围形成黑底。显示像素逐行沿水平方向移动 1/2 颗像素。这样, 红、绿、蓝滤色器排列成 Δ 形。

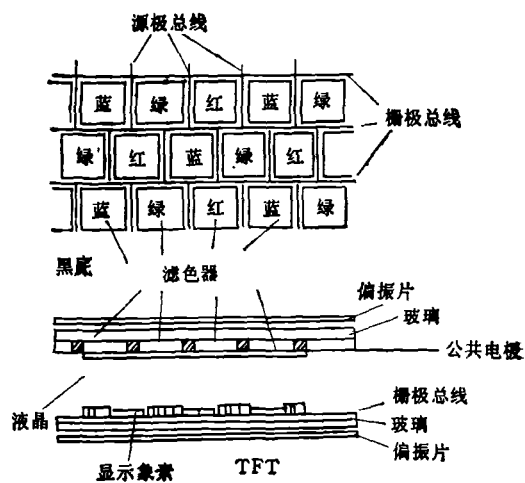


图5 全彩色 TFT-LCD 液晶板

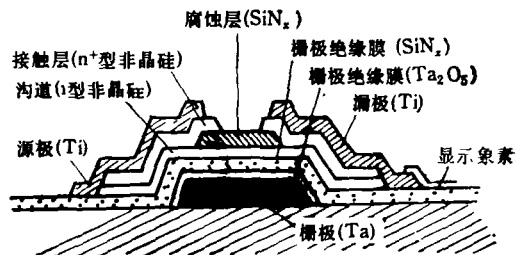


图6 非晶硅 TFT 的断面结构

图 6 是 TFT-LCD 液晶板的 TFT 结构断面图。TFT 半导体材料采用非晶硅, 在相当低的温度下, 得到大面积均匀的膜。栅极绝缘膜由阳极氧化铝膜 (Ta_2O_5) 和氮化硅膜 (SiN_x) 构成, 因此绝缘性能得到提高。在沟道和源极、漏极接触层, 分别形成 i 型和 n 型非晶硅膜, 由于栅极有正电压, 在沟道感应出电荷, 用以控制导电率, 可得到 10^5 以上的 on/off (即 V_{on}/V_{off})

比。

作为液晶显示模式，采用标准白色的 TN 型，只要液晶材料、滤色器和液晶厚度综合优化，就可得到非常好的色度显示。表 1 示出 TFT-LCD 液晶板主要的光学特性。最小对比度为 30:1，在最佳视角时，对比度为 100:1，作为图象显示器来说，这就够满意的了。输入电压为模拟信号时，理论上可能有无限多级灰度显示，可得到非常微小的亮暗变化。

表 1 TFT-LCD 液晶板的光学特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

项 目	符号	条件	最小	标准	最大	单位
视角范围	$\Delta\theta_{11}$	$CR^* \geq 10$	30	—	—	度
	$\Delta\theta_{12}$	$CR \geq 10$	10	—	—	度
	$\Delta\theta_2$	$CR \geq 10$	45	—	—	度
对比度	CR_{max}	$Q = 0^\circ$	30	—	—	
响应速度	上升时间	τ_r	$Q = 15^\circ$	—	30	ms
	下降时间	τ_d	$Q = 15^\circ$	—	50	ms

* CR 为对比度。

由于这样的彩色 TFT-LCD 与阴极射线管有着同样良好的显示性能，最适于用作袖珍电视机和录象机的显示装置。液晶显示没有阴极射线管所存在的磁化问题，不需要会聚装置，图象清晰度也不逊色。

众所周知，液晶在直流电作用下，由于电化学反应，液晶会变劣，故液晶必须用交流电工作。液晶显示器输入的图象信号，必须具有交流电性质。但是，一般电视图象信号是单极性的，因此在馈入液晶之前，必须进行周期性极性翻转。为了产生翻转，由显示板供给极性翻转信号。

这种周期性极性翻转，对于阴极射线管的电视机是不需要的，而是 TFT-LCD 特有的。液晶电视用的图象信号处理集成电路，目前国外市场已有销售。TFT-LCD 的栅极总线(扫描线)数约为电视信号行数的一半。因此，写入液晶的电压是逐场进行的，奇数场和偶数场信号是写入同一象素。极性翻转是逐场进行的，加入液晶的矩形波的频率与帧频相等 (NTSC

制为 30Hz，PAL 制为 25Hz)。

在这种频率下，TN 型 LCD 液晶显示时不产生闪烁。由于逐场进行极性翻转，每次扫描时极性翻转，可得无闪烁驱动，从而得到无闪烁图象。

如前所述，LCD 是进行光调制的器件，为了显示必须借用外部光。为此，对彩色 TFT-LCD，推荐使用红、绿、蓝三色荧光灯作为背向光源。

四、14 英寸彩色 TFT-LCD 概况

14 英寸彩色 TFT-LCD 是在 3 英寸、4 英寸 TFT-LCD 开发、批量生产过程中逐渐完善的液晶板制造技术和液晶板驱动技术基础上加以改进试制成功的。图象质量和阴极射线管的不相上下，曾得到专家的好评。由于 14 英寸液晶显示器的试制成功，为解决 TFT-LCD 液晶显示大型化的关键技术提供了条件。可以肯定，今后壁挂电视和平面信息终端的商品化进程一定会大大加快。

表 2 14 英寸 TFT-LCD 规格

项目	规 格	单位
象素数	642(水平)×480(垂直)	颗
象素尺寸	0.41(水平)×0.428(垂直)	mm
点数	1284(水平)×960(垂直)	个
点尺寸	0.205(水平)×0.214(垂直)	mm
对角线	14	英寸
画面尺寸	278(水平)×221(垂直)	mm
象素排列	RGB Δ 形排列	
显示模式	TN 型	
色调	全彩色	
对比度	100:1 以上(在最佳视角)	
视角范围	左 60, 右 60 (对比度 20:1) 上 20, 下 30	度

表 2 列出 14 英寸 TFT-LCD 的技术规格，与 3 英寸 TFT-LCD 有同样高的对比度。

14 英寸液晶显示器的结构，基本上与 3 英寸液晶显示器的相同，为了解决大型化出现的成品率低的问题，将一颗象素分割成四点，每一点设置一个非晶硅 TFT，在显示板内形成约

(下转第 104 页)