

一种用于液晶显示的有源矩阵设计模型

田志仁 谈伟

(南京电子器件研究所, 南京 210016)

摘要 本文提出了一种用于液晶显示的有源矩阵设计模型。文中讨论了有源矩阵设计的总体思想、有源矩阵器件的单管性能以及单元液晶电容充放电的物理过程;还考虑了影响有源矩阵性能的因素。在具体分析中,推导出设计用的计算公式。此模型是优化用于液晶显示的有源矩阵设计的一种尝试。

关键词 液晶显示;有源矩阵;有源矩阵器件

一、引言

在研究有源矩阵液晶显示时,有源矩阵设计是至关重要的一个方面。它包括整体设计思想、有源矩阵器件单管性能以及单元液晶电容充放电物理过程,还包含对影响有源矩阵性能因素的考虑。这些在实际设计中都必须加以注意,国内外文献上尚未见到完整的报道。作者根据实际工作经验,提出了一种设计模型,推导出设计用的计算公式。

二、设计模型

设计模型主要包含:有源矩阵设计的整体思想和具体分析两部分。

1. 有源矩阵设计的整体思想

(1) 根据已知设计参数,如有效显示面积、液晶材料参数、扫描和数据行列数、帧时、通态电压 V_{on} 、所要求的开口率等,估计液晶显示单元的面积,粗略地得出液晶显示单元的电容 C_{LC} 。根据有源矩阵器件所提供的通态电流、断态电流及其比值,加上实际工艺条件和有源矩阵器件性能要求,可大致确定有源矩阵器件的结构尺寸。再根据有源矩阵器件的结构参数推算出单元器件的电容值。此时要考虑到寄生和并联电容的影响,这样便得到了单元器件的有效电容 C_d 。最后比较是否有 $C_d \ll C_{LC}$,然后再进行各参数之间的合理调整。经调整后,可较为精确地得出液晶显示的尺寸、节距、开口率等。

(2) 根据(1)得到的初步数据,进行演算。利用单元液晶电容充放电的物理过程(包括充电过程、充电过程结束后的由通态转为断态的瞬时过程、放电过程),还利用液晶驱动电压有效值 V_{rms} ,来计算通态和断态电阻、最大充电和放电电流,同时计算液晶材料的电阻率。根据计算看通态电流和断态电流及其比值是否合理。与此同时,也得到了有源矩阵

和液晶材料的具体参数要求。最后对汇线电阻进行分析。

(3)根据(1)和(2)的计算,观察整体设计是否合理。若不合理,再通过前两步进行各参数之间的调整,直至最后得出优化设计。

2. 对模型中主要问题的具体分析

(1) 对有源矩阵器件单元尺寸的考虑 首先考虑三端有源矩阵器件。三端器件主要是薄膜晶体管(TFT),主要结构参数是沟道宽长比(W/L)。宽长比的确定主要由薄膜晶体管的漏源电流 I_{SD} ,有源矩阵所需要的通态、断态电流 I_{on} , I_{off} 及其比值 I_{on}/I_{off} ,TFT的工作频率限制等因素来决定。具体计算公式如下:

TFT 漏源电流^[1]:

$$\left. \begin{aligned} I_{SD} &= (W\mu C_g/L) \cdot V_{SD} \cdot (V_G - V_T - V_{SD}/2), & S_{SD} &\leq (V_G - V_T)/2 \\ I_{SD} &= W\mu C_g(V_G - V_T)^2/(2L), & V_{SD} &> V_G - V_T \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中 W, L 是沟道的宽和长; μ 是沟道材料的迁移率; C_g 是栅绝缘层单元电容; V_G, V_T, V_{SD} 分别是栅压、阈值电压和漏源电压。

有源矩阵所需要的通态电流^[2]:

$$\left. \begin{aligned} I_{on} &= 2F_{on} \cdot C_{LC} \cdot V_{on} \cdot N/T, & (\text{双态显示}) \\ I_{on} &= 2F_{gray} \cdot F_{on} \cdot C_{LC} \cdot V_{on} \cdot N/T, & (\text{灰度显示}) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

其中 F_{on}, F_{gray} 是工程系数,其值为 $1 \sim 10$; C_{LC} 是单元液晶电容; N, T 分别是扫描行数和帧时。

有源矩阵的通断电流比^[2]:

$$\left. \begin{aligned} R &= I_{on}/I_{off} \geq 2N \cdot F_{on} \cdot F_{leak} \cdot V_{on}/\Delta V_{on}, & (\text{双态显示}) \\ R &\geq 2N \cdot F_{gray} \cdot F_{on} \cdot F_{leak} \cdot V_{on}/\Delta V_{gray}, & (\text{灰度显示}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

其中 F_{leak} 是断态电流工程系数,其值为 $1 \sim 10$; $\Delta V_{on}, \Delta V_{gray}$ 分别是双态和灰度显示所能允许的通态电压 V_{on} 的变化值。

有源矩阵需要的通态电流是由有源矩阵器件提供的,这样(1)式与(2)式应相等,由此可大约估算出(W/L)值。再考虑到设计参数的要求和工艺水平的限制,参考国外文献报道的数据,可得到 TFT 沟道宽、长的合理尺寸。同时根据(3)式估算断态电流 I_{off} 是否满足显示要求。然后计算 TFT 工作频率 f_T ^[3]:

$$f_T = \mu V_{SD}^2/(2\pi L) \quad (4)$$

观察 f_T 是否满足扫描频率 f_0 的要求。最后根据工艺水平要求,确定 TFT 栅的宽和长,这样三端器件单元结构就可基本确定。

现在考虑二端有源矩阵器件^[4],可以解析地表达的是变阻器件(Varistor)和MIM。对变阻器件^[4]:

$$I = KV^m \quad (5)$$

其中 K 是系数, m 是非线性系数。

假设通态电压 $V_{on} = Q \cdot V_{off}$,这里 V_{off} 为断态电压, Q 是比例系数。根据(3)和(5)式得

$$k = K(QV_{off})^m/(KV_{off}^m) = Q^m \quad (6)$$

故对双态显示:

$$m = \lg(2N \cdot F_{on} \cdot F_{off} \cdot V_{on} / \Delta V_{on}) / \lg Q \quad (7)$$

$$N = Q^m \cdot (2F_{on} \cdot F_{off} \cdot V_{on} / \Delta V_{on})^{-1} \quad (8)$$

对灰度显示:

$$m = \lg(2N \cdot F_{gray} \cdot F_{on} \cdot F_{leak} \cdot V_{on} / \Delta V_{gray}) / \lg Q \quad (9)$$

$$N = Q^m \cdot (2F_{gray} \cdot F_{on} \cdot F_{off} \cdot V_{on} / \Delta V_{gray})^{-1} \quad (10)$$

对 MIM 器件^[3]:

$$I = KV \exp(\beta V^{1/2}) \quad (11)$$

其中 K 是系数, β 是说明非线性大小的系数。

在典型偏压佳化幅值选择寻址的 $Q':1$ 波形中, 即 $V_{on} = (Q' + 2)V$, $V_{off} = 2V$, 这里 Q' 是偏压比。

同理可求出^[6]

$$k = I_{on} / I_{off} = (Q' + 2) \exp\{\beta V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - \sqrt{2}]\} / 2 \quad (12)$$

对双态显示:

$$N = \frac{(Q' + 2) \exp\{\beta V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - \sqrt{2}]\}}{4F_{on} \cdot F_{off} \cdot V_{on} / \Delta V_{on}} \quad (13)$$

$$\beta = \frac{\ln[4N \cdot F_{on} \cdot F_{off} / (Q' + 2) \cdot (V_{on} / \Delta V_{on})]}{V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - 2]} \quad (14)$$

对灰度显示:

$$N = \frac{(Q' + 2) \exp\{\beta V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - \sqrt{2}]\}}{4F_{on} \cdot F_{off} \cdot F_{gray} \cdot V_{on} / \Delta V_{gray}} = \frac{N_{\text{双态}}}{F_{gray} \cdot \Delta V_{on} / \Delta V_{gray}} \quad (15)$$

$$\beta = \ln \left\{ \frac{[4N \cdot F_{gray} \cdot F_{on} \cdot F_{off} / (Q' + 2) \cdot (V_{on} / \Delta V_{gray})]}{V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - \sqrt{2}]} \right\} = \beta_{\text{双态}} + \frac{\ln(F_{gray} \cdot \Delta V_{on} / \Delta V_{gray})}{V^{1/2}[(Q' + 2)^{1/2} - \sqrt{2}]} \quad (16)$$

因此, 只要知道 m (或 β) 值, 就可通过(8), (10), (13)和(15)式计算出能驱动 N 最大行数。反之, 若知道驱动行数 N , 就可计算出对 m (或 β) 值的要求。

至于二端有源矩阵器件单元结构 (以 MIM 为例), 一般根据工艺水平来定。为了减小 MIM 有源矩阵器件的寄生电容, MIM 单元面积越小越好, 但须考虑工艺水平的限制。因此, 在现有工艺条件下尽量减小 MIM 单元面积, 从而确定 MIM 单元结构。

(2) 有源矩阵器件电容的影响 首先讨论三端器件, 还以 TFT 为例。有源矩阵单元 TFT 等效电容如图 1 所示。

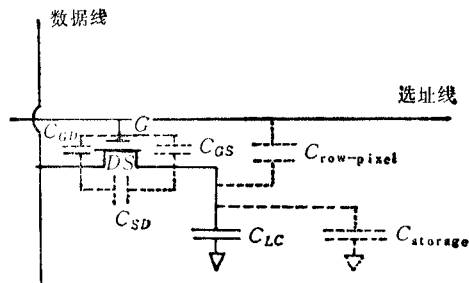


图 1 单元 TFT 的寄生电容

一般情况, TFT 噪声源主要来自漏源电容 C_{SD} 、栅源电容 C_{GS} 、栅漏电容 C_{GD} 和

象素与栅行电极间的耦合电容^[2] $C_{\text{row-pixel}}$ 。经分析推导,我们得到以下若干结果。

由栅扫描脉冲引起的噪声电压:

$$\Delta V_1 = (C_{GS} + C_{\text{row-pixel}})\Delta V_G / [(C_{GS} + C_{\text{row-pixel}}) + (C_{LC} + C_{\text{storage}})] \quad (17)$$

$$C_{gs} \equiv C_{GS} + C_{\text{row-pixel}}$$

$$\theta_1 = (C_{LC} + C_{\text{storage}}) / C_{gs} \quad (18)$$

这样

$$\Delta V_1 = \Delta V_G / (1 + \theta_1) = K_1 \cdot \Delta V_G \quad (19)$$

其中

$$K_1 = 1 / (1 + \theta_1) \quad (20)$$

$$\Delta V_2 = C_{GD}\Delta V_G / (C_{GD} + C_{LC} + C_{\text{storage}}) \quad (21)$$

$$\theta_2 = (C_{LC} + C_{\text{storage}}) / C_{GD} \quad (22)$$

这样

$$\Delta V_2 = \Delta V_G / (1 + \theta_2) = K_2 \cdot \Delta V_G \quad (23)$$

其中

$$K_2 = 1 / (1 + \theta_2) \quad (24)$$

由漏极驱动脉冲引起的噪声电压:

$$\Delta V_3 = C_{SD} \cdot \Delta V_D / [C_{SD} + (C_{LC} + C_{\text{storage}})] \quad (25)$$

$$\theta_3 = (C_{LC} + C_{\text{storage}}) / C_{SD} \quad (26)$$

这样

$$\Delta V_3 = \Delta V_D / (1 + \theta_3) = K_3 \cdot \Delta V_D \quad (27)$$

其中

$$K_3 = 1 / (1 + \theta_3) \quad (28)$$

ΔV_G , ΔV_D 分别是栅扫描和数据脉冲变化的幅值。

θ_1, K_1 的关系如图 2 所示。从(19),(20),(23),(24),(27)和(28)式可见, K_1, K_2, K_3 必须小, 则 $\Delta V_1, \Delta V_2, \Delta V_3$ 才小。因此只要知道有源矩阵器件单元结构尺寸, 就可推算出 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, 并从图 2 查出 K_1 数值, 同理可得 K_2, K_3 值, 这样就非常直观地知道结构尺寸是否合理。

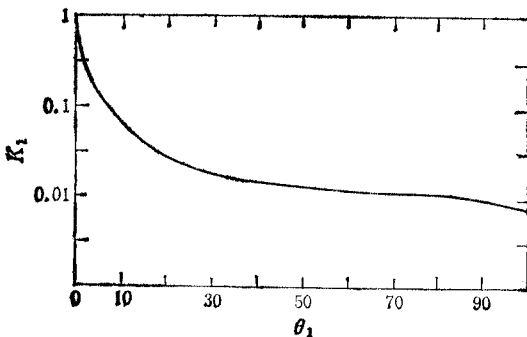


图 2 θ_1, K_1 的关系

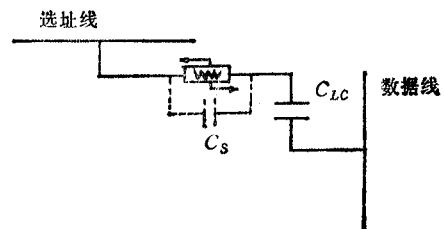


图 3 单元 MIM 的等效电路图

经上面分析,可得到如下结论:(1) 噪声源一般来自寄生、杂散电容。它使液晶显示灰度难以精确控制;(2) 寄生、杂散电容和单元液晶电容绝对值并不重要,重要的是它们之间比值,即 C_{LC}/C_s ;(3) 对于对称结构, $C_{gs} = C_{gd}$, 则 $\theta_1 = \theta_2$, $K_1 = K_2$, ΔV_1 和 ΔV_2 有同样杂散系数,如设 C_{sd} 相当于 C_{gs} 与 C_{gd} 并联, 即 $C_{sd} = C_{gs}/2 = C_{gd}/2$, 此时未考虑 $C_{row-pixel}$ 和 $C_{storage}$ 的影响, 这样(26)式 $\theta_3 = 2\theta_1 = 2\theta_2$, 根据(28)式 $K_3 = K_1/2 = K_2/2$;(4) 若再要求 $\Delta V_1, \Delta V_2 \leq 5\%$, 据(19),(23)和(27)式,要求 $\theta_1 = C_{LC}/C_{gs} (= \theta_2 = C_{LC}/C_{gd}) \geq 19$, 此时 ΔV_3 小于或等于 2.5%; 不对称情况也可得类似结果;(5) 为了减小寄生、杂散电容对有源矩阵性能的影响,应尽量用自对准工艺,也可采取无交叠汇线结构制作 TFT 器件^[7,8]。

下面讨论二端器件,以 MIM 为例,其杂散电容的等效电路如图 3 所示。

MIM 二端器件的噪声源来自并联电容^[2]。它能使得每一个非选址像素上产生一个杂散噪声电压 ΔV_{noise} :

$$\Delta V_{noise} = (V_D - V_{nonselect}) \cdot C_s / (C_{LC} + C_s) \quad (29)$$

其中 C_s 是杂散电容; $V_{nonselect}$, V_D 分别是非选址电压和信号电压。

$$\theta \equiv C_{LC}/C_s \quad (30)$$

则

$$\Delta V_{noise} = (V_D - V_{nonselect}) / (1 + \theta) = k(V_D - V_{nonselect}) \quad (31)$$

$$K = 1 / (1 + \theta) \quad (32)$$

同时,并联电容也使在选址电压 V_{select} 到非选址电压的过程中产生噪声电压 $\Delta V'_{noise}$ 。

$$\Delta V'_{noise} = (V_{select} - V_{nonselect}) \cdot C_s / (C_s + C_{LC}) \quad (33)$$

则

$$\Delta V'_{noise} = (V_{select} - V_{nonselect}) / (1 + \theta) = K \cdot (V_{select} - V_{nonselect}) \quad (34)$$

这种效应如图 4 所示。因此,根据对 MIM 二端器件的讨论,可得到与 TFT 相类似的结果。

(3) 有源矩阵单元液晶电容充放电的物理过程 在有源矩阵设计中,动态特性和参数是很重要的。其动态过程主要包括三部分,现具体分析如下:

(a) 充电过程(通态过程) 二端、三端有源矩阵单元充电的等效电路如图 5 所示。

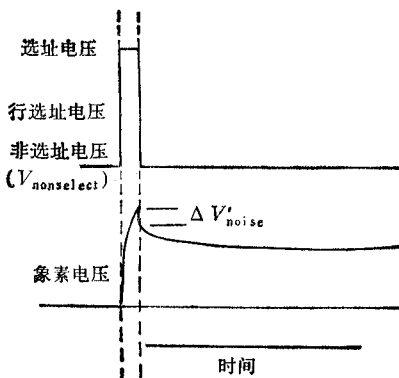


图 4 并联电容引起的像素电压变化

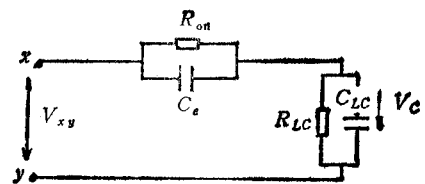


图 5 单元充电(通态)的等效电路

此时单元液晶电容 C_{LC} 上电压 V_C 随时间变化的关系:

$$\begin{aligned}\frac{dV_C}{dt} &= \frac{1}{C_{LC}} \cdot dQ_{LC}(t)/dt = 1/C_{LC} \cdot i_{on}(t) \\ &= (V_{xy} - V_C)/(C_{LC} \cdot R_{on})\end{aligned}\quad (35)$$

解(35)式得

$$V_C(t) = V_{xy} \{1 - \exp[-t/(R_{on} \cdot C_{LC})]\} \quad (36)$$

其中 $i_{on}(t)$, C_e , R_{LC} 分别是充电电流、单元器件等效电容和单元液晶电阻。在此,我们假设 R_{on} 与 t 无关,并且所加数据电压 V_{data} 对 C_{LC} 起充电作用。这样(36)式应改为

$$V_C(t) = V_{data} \cdot \{1 - \exp[-t/(R_{on} \cdot C_{LC})]\} \quad (37)$$

(b) 充电过程结束,由通态到断态的瞬态过程 此时 $V_{xy} = 0$, 等效于 x, y 两点短路,其等效电路如图 6 所示。在这一过程中, C_{LC} 和 C_e 上电荷要重新分配^[9], 使 C_{LC} 上的电压变化 ΔV_C :

$$C_{LC} \cdot \Delta V_C = C_e(V_{data} - V_p + V'_p) = C_e(V_{data} - \Delta V_C) \quad (38)$$

其中 $\Delta V_C = V_p - V'_p$, V_p , V'_p 分别是通态期间 C_{LC} 上充的最高电压值和电荷重新分配后 C_{LC} 上的电压值。求解(38)式:

$$\Delta V_C = C_e \cdot V_{data} / (C_e + C_{LC}) \quad (39)$$

即

$$V'_p = [1 - C_e / (C_e + C_{LC})] \cdot V_{data} \quad (40)$$

(c) 放电过程(断态过程) 此过程的等效电路图如图 7 所示。这里 $C_t = C_{LC} + C_e$, $R_t = R_{\Sigma} = R_{off} \cdot R_{LC} / (R_{off} + R_{LC})$, 因此, C_{LC} 上放电电压的变化服从如下关系式:

$$V_C(t) = V'_p \exp[-t/(R_t C_t)] \quad (41)$$

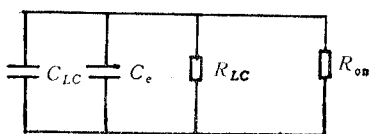


图 6 单元由通态到断态过程的等效电路

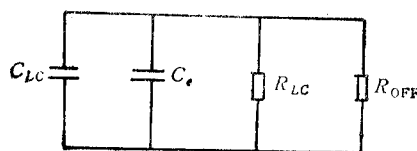


图 7 单元断态过程的等效电路

为了更好地对动态特性进行分析,我们引进液晶驱动电压有效值 V_{rms} 概念。根据有效值定义: $V_{rms} = \sqrt{\overline{V_C^2(t)}}$, 而液晶显示光学响应是 V_{rms} 的函数^[10]。因为有源矩阵液晶显示器是大多按电视体制工作的,行扫时间比帧扫时间短很多,即要求 C_{LC} 充电时间 $t_{ch} \ll$ 放电时间 t_{dis} 。因此可只用放电过程 $V_C(t)$ (即(41)式)来计算 V_{rms} 。这样

$$V_{rms} = V'_p \{R_t C_t / 2t_f [1 - \exp(-2t_f / (R_t \cdot C_t))]\}^{1/2} \quad (42)$$

式中 t_f 为帧时。液晶显示单元上电压波形图示于图 8。

(4) 对动态物理过程进行讨论并且推导具体参数计算公式 (a) 为了显示的灰度要求,通态要求对 C_{LC} 充电时间至少是充电时间常数的 3 倍,即保证 $V_C(t_{ch}) \geq 0.95V_{data}$ (参见(37)式),使液晶电容上充的电压十分接近数据电压。这样各单元电容上的电压比

例关系更接近图象数据电压的分布关系,使显示图象有好的灰度。

根据上述分析,写出以下关系:

$$t_{ch} \geq 3 \cdot R_{on} \cdot C_{LC},$$

则

$$R_{on} \leq t_f / (3NC_{LC}) \quad (43)$$

其中 t_f 为帧时。由(43)式可得出通态电阻 R_{on} 数值。

(b) 根据(39)式,为了减小电荷分配引起的电压降 ΔV_c ,就必须要求:

$$C_e \ll C_{LC} \quad (44)$$

(c) 根据(37)式,可写出 C_{LC} 的充电电流

$$i_{on} = C_{LC} dV_c(t) / dt = I_{on} \cdot \exp[-t / (R_{on} \cdot C_{LC})] \quad (45)$$

其中 $I_{on} = V_{data} / R_{on}$ 。由(45)式可得最大充电电流 I_{on} 。

(d) AM-LCD 要求在一帧时间(放电时间)内 C_{LC} 放电能维持 $V_{rms} \geq V_{th}$ (V_{th} 为液晶阈值电压),同时假设 $V_{rms} \geq 95\% V'_p$, 根据(42)式得

$$\left\{ \frac{R_i \cdot C_i}{2t_f} \left[1 - \exp\left(-\frac{2t_f}{R_i C_i}\right) \right] \right\}^{1/2} = 0.95 \quad (46)$$

解(46)式,得

$$R_i C_i = 10t_f \quad (47)$$

由于 $C_e \ll C_{LC}$, 所以(47)式中的 $C_i = C_{LC}$ 。这样

$$R_{off} \cdot C_{LC} \gg t_f \quad (48)$$

$$R_{LC} \cdot C_{LC} \gg t_f \quad (49)$$

又因为 $R_{LC} \cdot C_{LC} = \rho_{LC} \cdot (d_{LC} / S_{LC}) \cdot (\varepsilon_0 \varepsilon_r \varepsilon_{LC} / d_{LC}) = \rho_{LC} \cdot \varepsilon_0 \varepsilon_r$, 所以

$$\rho_{LC} = R_{LC} \cdot C_{LC} / (\varepsilon_0 \varepsilon_r) \quad (50)$$

其中 ρ_{LC} , d_{LC} , S_{LC} 分别是液晶材料的电阻率、分布长度和面积; ε_r 是液晶材料的介电常数。这样由(48)和(49)式可估算出 R_{off} 和 R_{LC} , 并且从(50)式又可得 ρ_{LC} 值。

(e) 根据(41)式,可写出放电电流

$$\begin{aligned} i_{off} &= C \cdot dV_c / dt = -(V'_p / R_i) \exp[-t / (R_i \cdot C_i)] \\ &= -I_{off} \exp[-t / (R_i C_i)] \end{aligned}$$

式中 i_{off} 负号的物理意义是表示放电电流,则

$$I_{off} = V'_p / R_i \quad (51)$$

由(51)式即可得最大放电电流 I_{off} 。

综合上述分析可以得出,对 AM-LCD 设计要注意以下几点^[9,11]:

(a) 为保证充电时间 t_{ch} 内给液晶充以足够电荷,有源矩阵器件通态电阻 R_{on} 必须足够低,具体要求见(43)式。

(b) 为保证液晶电容上电压变化幅度不大,不致引起信号丢失,要求有源矩阵器件杂散和寄生电容足够小,具体要求见(44)式。

(c) 为保证对没有选址器件控制的液晶显示单元所充电荷可忽略,同时保证存贮在

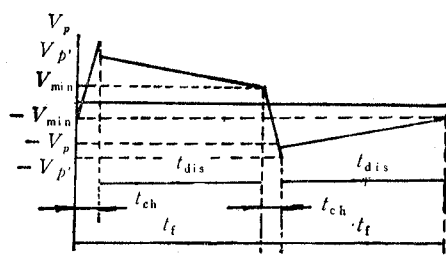


图8 液晶显示单元上的电压波形

关断器件相联液晶单元上的信号电压不会在 t_f 内降落过多, 要求 R_{off} 足够高, 具体要求见(48)式。

(5) 对汇线电阻 R_i 要求 如果只把 R_i 分布看作纯电阻型, 那么

$$(V_0 - V_i)/V_i = I_{on} \cdot R_i/V_i \quad (52)$$

其中 V_i, V_0 是汇线始末两端电压值, 这样 $R_i = (V_i/I_{on})(V_0 - V_i)/V_i$ 。若设 $(V_0 - V_i)/V_i$ 要求在某一范围内, 又因 $\rho = R_i \cdot W \cdot D/L$, 因此可估算对金属膜汇线方块电阻要求:

$$R_{\square} = \rho/D \quad (53)$$

其中 ρ, L, W, D 分别是金属膜的电阻率、长、宽和厚度。

实际上, 有源矩阵液晶显示板汇线电极的等效电路是一个梯形网络 RC 低通滤波器链。若忽略有源矩阵器件单元电容的影响, 它是由像素电容 C 和汇线电阻 R_i 组成。脉冲信号电压在传输过程中, 越到远端电压波形中的高频成份越少, 从而脉冲前沿变差, 波形也向基频简谐波趋近^[12]。同时, 波形也产生失真, 这将影响液晶显示质量。但由于像素电容非常小, 这种效应在实际应用时可忽略不计。

三、结 论

此设计模型是在我所设计和研制 MIM 和 a -Si TFT 有源矩阵过程中逐步完成的, 并在实际工作中得到了应用。它对有源矩阵的整体设计和具体参数计算有着指导作用。

本文的一部分工作是作者之一在西德 Dortmund 大学访问期间进行的。作者感谢 A. G. Fischer 教授和 Tizabi 博士的合作。

参 考 文 献

- [1] W. E. Howard, SID 86 Seminar Lecture Notes, S-7, (1986), pp. 2—10.
- [2] A.H. Firester, SID 87 Seminar Lecture Notes, S-5, (1987), pp. 2—16.
- [3] 毛钧业等著, 晶体管原理, 国防工业出版社, 北京, 1981年, 第十一章.
- [4] [日]金子英二著, 液晶电视显示技术, 江苏科学技术出版社, 南京, 1990年, 第六章.
- [5] D.R. Baraff, IEEE Trans. on ED, ED-28 (1981)6, 736—743.
- [6] Z. Tian, 西德 Dortmund 大学研究报告(两端有源器件部分), 1988年.
- [7] A. Chenevas et al., Proc. SID, 26 (1985) 8, 197—200.
- [8] S. Kawai et al., Proc. SID, 25 (1984)1, 21—25.
- [9] 张书钟等, 电子, 1987年, 第4期, 第5—20页.
- [10] S. Lu, SID 82 Seminar Lecture Notes, S-1, (1982), pp. 12—13.
- [11] K. Suzuki et al., Proc. SID, 25 (1984)1, 11—15.
- [12] 田志仁, 电子科学, 1982年, 第1期, 第1—12页.

A DESIGNING MODEL OF ACTIVE MATRIX FOR LIQUID-CRYSTAL DISPLAYS

Tian Zhiren Tan Wei

(*Nanjing Electronic Devices Institute, Nanjing 210016*)

Abstract A designing model of active matrix for liquid-crystal displays (LCDs) is developed. It consists of a total designing idea of active matrix, the characteristics of active matrix devices and the physics of liquid crystal cell capacitance being charged or discharged. Some factors influencing the characteristics of active matrix are also considered. Based on the analysis, the calculating formulas for the design are deduced. Some proposals for optimizing the design of active matrix for LCDs are offered|.

Key words Liquid-crystal displas; Active matrix; Active matrix device