

## 1024 位 液 晶 组 页 器\*

洪照君 周 栋 冯祖儒 唐树民<sup>1)</sup>

(中国科学院上海有机化学研究所)

### 一、引 言

全息光存储的主要特征是高密度和大容量。它在很大程度上有赖于新的存储介质,即更有效、更灵敏和更可靠的介质以及具有增大容量和均等转移速度的二元制数字块组页器。本文报道的是应用在  $10^6$  位激光全息数字存储计算机模型中的1024位液晶组页器的设计考虑及实验结果,采用胆甾相一向列相转变存储模式的电光效应进行矩阵寻址模型的阵列显示。相变模式这一作用方式的特点是既比过去使用的动态散射模式具有较快的写入时间及较好的擦除效应,又没有如扭曲场效应及电控双折射效应那样不能储存的困难及需要偏振片等缺点,特别是它没有以上这些效应所具有的难以克服的交叉效应,经过垂直排列表面处理的  $32 \times 32$  液晶组页器在全息光存储计算模型中起了空间调制器的作用。

### 二、液晶胆甾相一向列相高速相变

#### 存储效应的原理<sup>[1]</sup>

高速相变存储液晶显示器是将一对透明电极基板施以垂直排列表面处理并封入正介电各向异性向列相和胆甾相混合液晶的夹心结构,当电压为零时,初期状态为几乎透明的  $S$  涡状组织(见图1)。这类结构类似于通常胆甾相的格朗德琼结构( $G$  态,平面结构),但比  $G$  态稍有混乱(见图2)。当加电压于液晶盒时,透光率和电压变化如图3所示。加电压到阈值  $V_L$  以上时,液晶分子排列成焦锥结构  $F$  态,发生光散射后物理

为白浊态(见图4)。当电压进一步提高超过第二阈值  $V_H$  时,正性液晶分子趋向于电场方向定向排列,此时螺旋结构解开,得到垂直于基板的透明向列态  $H$  (见图5)。当电压下降至  $V_H$  以下电压  $V'$  时,得到与  $H$  相同的暂时透明态  $H'$ 。  $H$  或  $H'$  态在短时间内将电压从  $V > V_H$  急剧降至零,液晶盒呈现瞬间光散射而后快速回到  $S$  态,中间出现一小峰  $G'$  (见图6)是为不

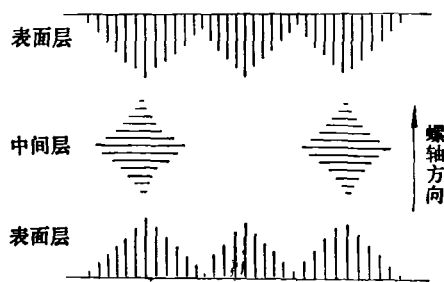


图1 涡状组织分子排列模型( $S$  态)

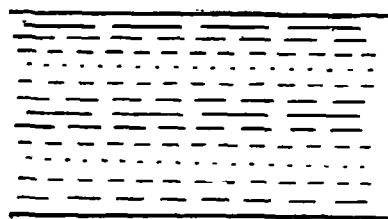


图2 格朗德琼结构分子模型( $G$  态)

规则的格朗德琼结构,使电压降到零,随后再回升到  $V'$  时,保持电压值为  $V'$ ,  $H$  (或  $H'$  态)便移向强的光散射焦锥结构态  $F'$ 。这时同时呈现出透明、不透明的状态。当电压降至零时,仍保持存储态  $F_0$ ,故电压为零时,  $H'$  和  $F'$  分别变为透明态  $S$  和白浊态  $F_0$  这两个双稳状态。此

\* 1980年1月30日收到。

1) 液晶组同志参加此项工作。

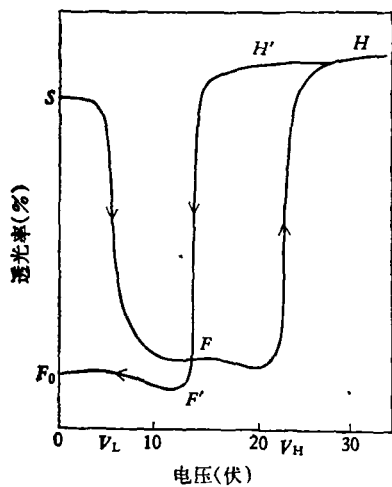


图3 静态特性曲线  
(ps-29;  $d = 12.4$ 微米;  $T = 20^\circ\text{C}$ )

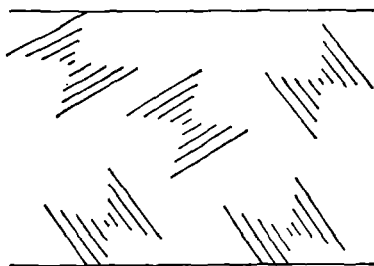


图4 焦锥结构分子排列模型(F态)

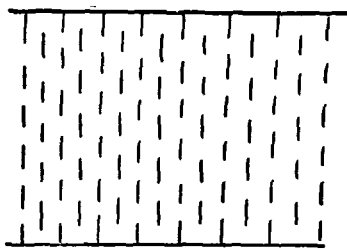


图5 垂直排列分子模型(H态)

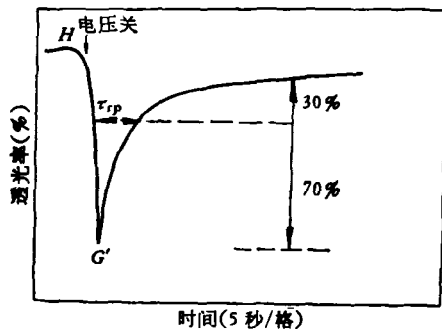


图6 快速过渡特性

态可存储数周。利用上述特性配以驱动电路可做成存储型显示器件。

### 三、组页器的设计

为了得到良好的显示特性，必须保持显示器液晶膜厚的均一性和薄层性，要求电极基板有良好的均匀度。组页器由两块平整度高的镀有氧化锡或氧化铟透明导电层的光学平板玻璃制作而成。每块玻璃基板上光刻 32 条电极线。矩阵屏的外形尺寸为  $7.5 \times 5$  厘米<sup>2</sup>，有效面积为  $4 \times 4$  厘米<sup>2</sup>。电极宽度为 0.6 毫米，间距为 0.2 毫米。电极的模型  $8 \times 8$  为一个子阵，共 16 个子阵。子阵与子阵间距为 0.3 毫米。导电层的透光率为 80% 左右。面电阻为 1 千欧/□左右。基板在封盒前必须进行垂直排列表面处理。我们曾试用各种处理剂，现采用的是 0.05% DMOAP 水溶液。盒厚用涤纶薄膜控制。封盒时注意调节荷重以求得显示器全面平均厚度为 10—15 微米左右。盒的四周用环氧树脂封结。液晶的注入采用高真空进样，用氮气放气。

### 四、实验结果

为使组页器能满足高速显示、模型存贮、高反差比等要求，我们测定了液晶显示器的一些基本特性常数，并探讨了盒厚、表面处理、胆甾相液晶浓度以及液晶配方等对这些基本特性常数的影响。我们参考斋藤富士郎等人<sup>[2]</sup>的工作测定了以下诸常数。

#### 1. 在电场下从胆甾到向列的相转移阈值电压 $V_H$

$$V_H = (\pi^2 d / p) \sqrt{4\pi k_{22} / \Delta\epsilon}$$

$d$  为液晶层厚度， $p$  为螺距， $k_{22}$  为扭曲弹性常数， $\Delta\epsilon$  为介电各向异性。

我们测得，当液晶膜厚为 12 微米时，阈值电压接近 20 伏，场强为  $2 \times 10^4$  伏/厘米。 $V_H$  值愈低愈好。

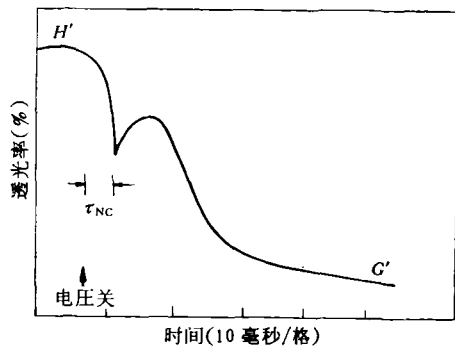


图7 快速过渡特性

## 2. 向列相—胆甾相的弛豫时间 $\tau_{NC}$

去掉电压后从向列相回到螺旋结构的时间为  $\tau_{NC}$ , 见图7.  $\tau_{NC} = \eta p^2 / 4\pi^2 k_{22}$ ,  $\eta$  为液晶粘度. 要达到快速写入时间,  $\tau_{NC}$  希望要短. 实验证明:

(1)  $\tau_{NC}$  与胆甾相浓度有关, 见表1.

表 1

胆甾相含量 (%)	13	11	9	7	5
$\tau_{NC}$ (毫秒)	8	10	14.5	20	30

可见胆甾相含量愈高, 写入时间愈短.

(2)  $\tau_{NC}$  与液晶盒厚无关, 见表2.

表 2

盒厚 $d$ (微米)	9.8	12.4	15.7	18.6	22	28.6
$\tau_{NC}$ (毫秒)	12	12	12	11	12	12

## 3. 迁移时间 $\tau_{rp}$

$\tau_{rp}$  是去掉电场时从  $H$  态到  $S$  态的转移时间, 见图6. 实际使用时取其 70% 值.

$$\tau_{rp} = \alpha \cdot \eta \cdot d^3 / p^2 k_{22}$$

无次元因子  $\alpha$  是液晶分子和基板表面相互作用的关系,  $\tau_{rp}$  希望要短, 实验证明:

(1)  $\tau_{rp}$  与胆甾相浓度的关系 (厚度一定) 见表3.

表 3

胆甾相含量 (%)	7	9	11	13
$\tau_{rp}$ (秒)	4.5	7	10	19.5

与  $\tau_{NC}$  相反, 胆甾相含量愈高,  $\tau_{rp}$  愈大, 为物理.

了兼顾二者, 胆甾相浓度不宜过高, 一般控制在 10% 左右.

(2)  $\tau_{rp}$  与盒厚的关系 (胆甾相浓度一定) 见表4.

表 4

盒厚(微米)	9.8 <sup>a</sup>	12.4	15.7	18.6	22	28.6
$\tau_{rp}$ (秒)	3.5	6.5	12.5	31	72	216

(3)  $\tau_{rp}$  与表面处理的关系见表5.

表 5

表面处理	$\tau_{rp}$ (秒)	盒厚(微米)
垂直排列	4.5	18.1
不处理	15	18.4

## 4. $H'$ 向 $F'$ 转移时间 $T$

当电压以大于 1 伏/秒的速度上升或下降时出现滞后现象.  $H$  态的持续时间可达秒级数量级. 电压从  $V_H$  以上的  $V'$  下降到  $V_H$  以下的  $V'$  时,  $H$  态向  $F$  态转移, 转移时间  $T$  取决于  $V'$  的大小. 当  $V'$  接近于  $V_H$  时  $T$  越大, 可达 10 秒以上. 当  $V'$  等于  $V_H/2$  时,  $T = 1$  秒左右. 从  $T$  可求出最大扫描线数  $N = T/\tau_{NC}$ . 作为  $T$  的值从几秒到十秒以上, 在实用上都是十分有用的.

## 5. 存贮时间 $\tau_s$

$F_0$  态保持时间为  $\tau_s$ , 它随螺距的减少和盒厚的增加而变长, 也与粘度有关. 所得  $\tau_s$  值可长达数周以上.

为了进一步扩大相变温度范围, 改善  $V_H$ ,  $\tau_{NC}$ ,  $\tau_{rp}$ ,  $\tau_s$  等性能, 提高寿命, 进行了数十种不同类型的液晶混合配方的试验, 其中每种类型各举一例以比较之. 一是纯席夫碱混合液晶如 PS-26, 二是席夫碱与酯的混合液晶如 PS-29, 三是联苯与酯的混合液晶如 PS-77, 四是联苯与氧化偶氮的混合液晶如 PS-79, 所得结果见表6.

在矩阵模型 (32 行  $\times$  32 列) 的显示情况下, 于列的方向同时加信号电压  $V_1$ , 行的方向加  $V_1/2$  电压, 以 PS-79 为例, 模型中一行的写

表 6

配 方	PS-26	PS-29	PS-77	PS-79
向列相温度范围(°C)	-5—+45	-15—+61	0—+52	-18—+66
盒厚(微米)	12.4	12.4	11.6	15.4
测试温度(°C)	19	20	20	20
$\tau_{NC}$ (毫秒)	15	10	15	5
$\tau_{rp}$ (秒)	5	4.5	6	3.5
电阻率(欧姆·厘米)	$3.5 \times 10^9$	$2 \times 10^{10}$	—	$5 \times 10^9$
阈值电压 $V_{th}$ (伏)	25	20	30	25
存贮对比度	8:1	6~7:1	5~6:1	6:1
扫描对比度	>25:1	17:1	>10:1	16:1
$\tau_s$	>数周	>数周	>数周	>数周

入时间约为 10 毫秒,每页的写入时间为 320 毫秒,每页的擦除时间为 200 毫秒,故整个一页显示所需时间为 520 毫秒,可得较快的显示速度。

### 五、在 $10^6$ 位激光全息存储计算模型中的应用<sup>1)</sup>

我们所研制的液晶组页器可与全息光路系统相容,进行全息写入操作,并能与全息透镜的蝇眼阵列和光电接收阵列对接。通过电光偏折器全息光路联试,经调制后的全息图象,图形清晰,杂散光小,反差好。 $32 \times 32$  组页器从记录的一子阵重构象测其信号“1”与“0”之光强比(相对值)为 20:1—40:1(4880 埃)。取重铬酸盐明胶干板记录组页器的全息像,令其中一子阵全息重构象与光电接收阵列相配有光码转为

电码效果,可以区别他们的 1/0 码。

### 六、结 束 语

用相变液晶制成的数字组页器可以高速写入及存贮模型,并能得到好的反差比。进行激光全息光路系统联试结果,证明液晶组页器能起到将存入数据进行空间编码并调制物光的作用。

### 参 考 文 献

- [1] 加藤嘉则·小暮 攻,電子材料,11-14(1975),28—33.
- [2] 斎藤富士郎·谷 千束等,テレビジョン学会技術報告,昭和 53 年 11 月 17 日.

1) 该部分工作与中国科学院计算技术研究所协作进行。

## 非晶态硒砷薄膜的光电导性\*

吴道怀 陈菊芳 闵嗣桂

(中国科学院上海硅酸盐研究所)

### 一、引 言

非晶态硒具有良好的光电导特性,已在静电复印和彩色电视摄像中得到广泛的应用<sup>[1-3]</sup>。随着应用的发展,对其光电导性亦提出了更高

的要求,目前多采用硒合金来改进其光电导性的<sup>[4,5]</sup>。

鉴于非晶态硒基材料的组份对其载流子传输特性具有很大影响,且直接影响其光电导

\* 1980 年 1 月 12 日收到。