

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。

性<sup>[4-8]</sup>。本文针对非晶态硒基材料的应用,研究了硒砷薄膜中砷含量对其暗电阻率、光电导灵敏度、光谱灵敏度和光电流与光强关系的影响。实验结果表明,薄膜中砷含量对非晶态硒砷薄膜的光电导性具有重要影响。

## 二、原理和方法

光电导灵敏度的各种特性,是通过测定一定尺寸样品的暗电阻率及其在不同波长、不同光强下电阻率的变化计算而得。

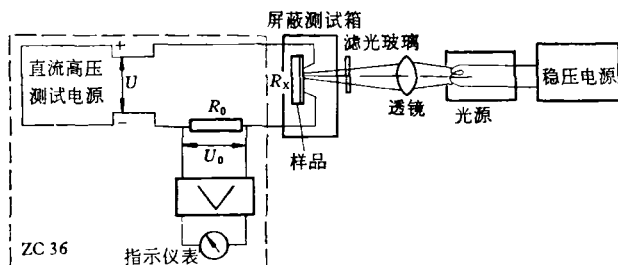


图1 测试装置原理图

光电导灵敏度测试装置如图1所示。本工作采用 ZC36 型超高电阻微电流测试仪,测定硒砷薄膜的暗电阻和各种光照下的亮电阻。光源用仪器灯,经透镜聚焦于被测样品上。光强通过不同厚度的中性滤光玻璃来改变,用 LW-1 型激光功率计测定之。各种波长的单色光是通过干涉滤光玻璃得到的。测试时,样品置于用硅胶干燥的屏蔽箱内,以防止干扰。

## 三、样品制备

高纯度的硒和砷按设计配比称入抽真空的石英安瓿内,在转式炉中熔融 24 小时生成硒砷合金。再用真空镀膜法制成薄膜,用石英晶体振荡器控制蒸发速率与薄膜厚度。

用 X 射线荧光分析测定蒸发薄膜的组份,本文中组份均以此为准。

测试样品采用平面型结构。以红宝石为衬底,蒸发金作接触电极。样品厚度为 1—2 微米。

物理

## 四、实验结果与讨论

### 1. 暗电阻率与组份的关系

各种组份硒砷薄膜的暗电阻率的测量结果示于图2。实验结果表明,非晶态硒砷薄膜的暗电阻率,随着砷含量增加而单调下降。纯硒的暗电阻率接近  $10^{13}$  欧·厘米,而  $\text{Se}_{96}\text{As}_{4}$  的暗电阻率约  $3 \times 10^{11}$  欧·厘米。

这一结果与 J. M. Mackowski 等人<sup>[6]</sup>所报道的结果定性一致。他们认为非晶态硒中含有  $\text{Se}_8$  环和长链两种结构,而砷元素的加入打开了  $\text{Se}_8$  环结构,构成了“分支连接”(branching junction),从而有助于电阻率的降低。

### 2. 光电导灵敏度与组份的关系

光电导灵敏度定义为在恒定光照下,光照前后电导率之差  $\Delta\sigma$  与光照前的暗电导率  $\sigma$  之比  $\Delta\sigma/\sigma$ 。测量在恒定光照下进行,光强为 2 毫瓦/毫米<sup>2</sup>。电场强度约  $6 \times 10^3$  伏/厘米。

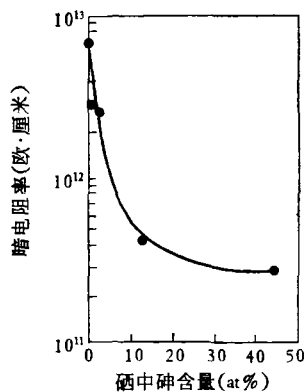


图2 硒砷薄膜的暗电阻率与组份的关系

实验结果示于图3。非晶态硒砷薄膜的光电导灵敏度在纯硒时最高,在低砷浓度区随砷含量增加很快下降,在砷含量为 10—15 at% 时达到最低点,以后又缓慢上升。这一结果与用硒砷薄膜做静电复印时,其感度与硒中砷含量的关系相一致<sup>[1]</sup>。

非晶态硒砷薄膜在低砷浓度下,灵敏度

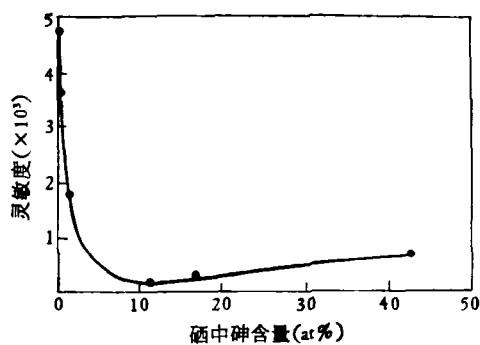


图3 硒砷薄膜的光电导灵敏度与组份的关系

$\Delta\sigma/\sigma$  随砷元素的增加而下降,这是由两个原因引起的:一是上节所述暗电阻率随砷含量增加而减小(即暗电导率 $\sigma$ 增大);二是由于载流子传输特性的变化。J. Schottmiller 等人<sup>[7,8]</sup>的研究指出,非晶态硒是由 $Se_8$ 环和长链两种结构组成的,砷的加入扰乱了非晶态硒的环-链平衡,引起 $Se_8$ 环总数减少和“分支连接”增加。而电子传输是与 $Se_8$ 环相联系的,砷的加入引起电子漂移迁移率 $\mu_e$ 指数下降。又“分支连接”形成空穴陷阱,使空穴寿命 $\tau_p$ 和漂移迁移率 $\mu_p$ 下降。其结果是附加电导率 $\Delta\sigma$ 下降( $\because \Delta\sigma = \Delta ne\mu = e\alpha\beta I\mu\tau$ )。这样,随着砷元素的增加, $\sigma$ 增大而 $\Delta\sigma$ 减小,致使灵敏度 $\Delta\sigma/\sigma$ 下降。

### 3. 光谱灵敏度与组份的关系

对不同组份的硒砷薄膜,进行了光谱灵敏度测试。实验结果示于图4。图中曲线为归一化的等能量曲线。

由实验结果可见,纯硒的全色性很差,在红光波段几乎不感光。随着硒中砷含量的增加,光谱灵敏度变宽并移向长波, $Se_{56}As_{44}$ 的全色性较好。

### 4. 光电流与光强的关系

光电流随光照强度而变化的函数关系,是探索光电导机理的重要依据。本文对各种组份的硒砷薄膜,测量了光电流与光强的关系(见图5),得出如下规律:

(1) 在测量范围内(光照强度一直到2毫瓦/毫米<sup>2</sup>),未见光电流有饱和趋势。

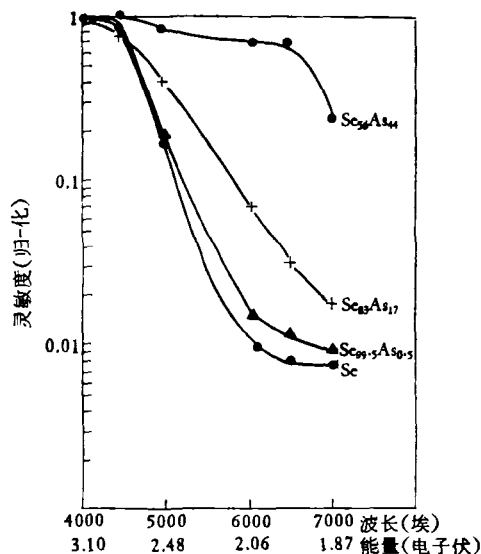


图4 硒砷薄膜的光谱灵敏度

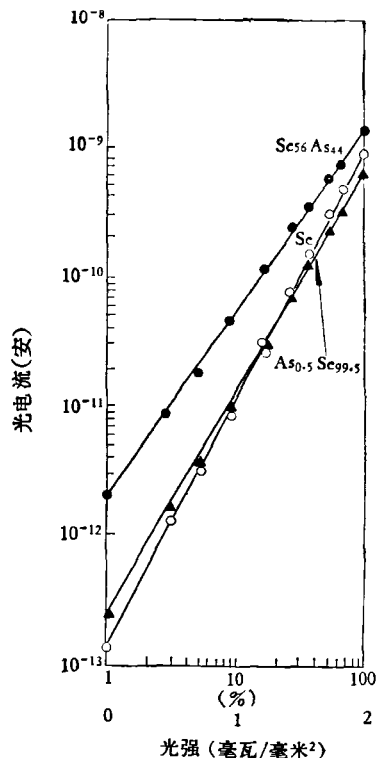


图5 硒砷薄膜的光电流与光强的关系

(2) 光电流 $J_{ph}$ 与光强 $I$ 的关系,可以用 $J_{ph} \propto I^n$ 来描述。

(3) 指数 $n > 1$ ,随薄膜组份而不同,且随砷含量的增加而减小。

这种 $n > 1$ 的超线性光电导,说明非晶态

硒砷薄膜中有载流子陷阱在起作用。至于非晶态硒砷薄膜的光电导机理的深入探讨，尚待进一步研究阐明。

### 参 考 文 献

[1] U. S. P., 3,312,548.  
 [2] G. Abowitz, L. B. Leder, *J. Vac. Sci. Technol.*, 15-5 (1978), 1746.  
 [3] N. Goto, Y. Isozaki, K. Shidara, T. Fujita, *IEEE Transactions on E. D.*, ED-21-11 (1974),

662.  
 [4] G. Pfister, A. R. Melnyk, M. E. Scharfe, *Solid State Commun.*, 21-9 (1977), 907.  
 [5] W. J. Hillegas, J. H. Neyhart, *J. Non-Cryst. Solids*, 27(1978), 347.  
 [6] J. M. Mackowski, J. J. Samuelli, P. Kumurdjian, *J. Non-Cryst. Solids*, 15(1974), 279.  
 [7] J. Schottmiller, M. Tabak, G. Lucovsky, A. Ward, *J. Non-Cryst. Solids*, 4(1970), 80.  
 [8] J. Schottmiller, *J. Vac. Sci. Technol.*, 12-4(1975), 807.

## 不 敏 感 谐 振 腔\*

方 洪 烈

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

固体激光工作物质的光泵热形变将引起激光谐振腔特性的变化。由于此变化是一个动态过程，它将加宽激光束的积分角分布。实验工作表明<sup>[1]</sup>不同的谐振腔受到的影响不同。我们打算从理论上探求一下不受影响的谐振腔——不敏感腔——所应具备的条件。

### 一、不敏感条件的建立

不敏感腔的模应该不因热形变而变化，即应满足  $du/df = 0$ ，其中  $u$  是模场分布， $f$  是工作物质热形变后等效于一个薄透镜时的焦距。由腔的衍射理论不难得出，不敏感腔应具备如下条件：

$$\frac{dK}{df} = 0, \quad (1)$$

其中  $K$  是腔积分本征方程的积分核。

对于任意多元件腔来说，它的积分核是<sup>[2]</sup>

$$\frac{ik \exp(-ikL_0)}{2\pi\sqrt{BB'}} \exp \left\{ -i \frac{k}{2B} (Cx^2 + Ax'^2 - 2xx') - i \frac{k}{2B'} (C'y'^2 + A'y'^2 - 2yy') - ik(S - S') \right\}, \quad (2)$$

其中  $A, B, C, \varphi$  等(符号与文献[3]同)是光线在腔内传播一个周期的传播矩阵  $T = \begin{pmatrix} A & B \\ \varphi & C \end{pmatrix}$  的元素。传播矩阵  $T$  与变换矩阵  $D$  (见文献[3]) 有如下关系， $T = R^{-1}D$ ，其中  $R^{-1}$  是参考反射面的反射逆矩阵。对于一个二维情况来说，通常有

$$S = -\frac{x^2}{2r}; \quad S = \frac{x'^2}{2r},$$

其中  $r$  是镜面的曲率半径。

下面我们指出：矩阵

$$\Gamma = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad T = \begin{pmatrix} A & B \\ -\varphi & -C \end{pmatrix}$$

是自伴矩阵<sup>[4]</sup>。由此可得  $A = C$ 。如果令

$$G = C - \frac{B}{r} = A - \frac{B}{r}, \quad (3)$$

可求得

$$G = \frac{1}{2} Sp(D), \quad (4)$$

其中  $Sp$  表示求迹。于是我们得到不敏感条件是

$$\frac{dB}{df} = 0, \quad \frac{dG}{df} = 0. \quad (5)$$

上式中  $dB/df = 0$ ，只影响有效费涅耳数

\* 1979年4月16日收到。