

# 一种快速、高对比度的液晶光阀

李光远 李法科

(华东化工学院)

外加电场可以改变液晶膜的透光性能,这称为液晶的电光效应。目前应用于显示技术上的液晶的电光效应一般为扭曲效应或动态散射效应。但这两类效应或者对外电场的响应速度慢,或者对比度不佳,往往不能满足显示的要求。我们利用电场诱导下的胆甾相与向列相间的相变效应<sup>[1]</sup>,制成的液晶光阀可克服上述缺点,满足快速、高对比度、低功耗的显示技术要求。

电场诱导下的胆甾相与向列相间的相变过程中,一般经历着三种不同的结构状态<sup>[2]</sup>,当不加电压时,液晶膜处于稍许透明的平面织构状态;当电压加至 10—20V 时,液晶膜对光产生强烈的散射,具有不透明的焦锥织构;继续增加电压时,螺旋结构解体,液晶成为清晰透明的向列相。在加电压由不透明到透明以及从透明返回到不透明的过程中,对电场的响应速度可以高达到几十微秒。作显示使用时,使液晶膜工作在亮、暗两种状态,从而构成一个良好的光开关。

由于单一成分的胆甾相液晶引发相变需要很高的电场 ( $10^5\text{V/cm}$  以上),而且这种液晶很少能在室温下工作,对光的散射效果也不太理想,所以我们采用了胆甾型、正性向列型 ( $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp} > 0$ ) 和负性向列型 ( $\Delta\varepsilon < 0$ ) 的混合物液晶。适当地控制三者的重量比,就可制得室温、低阈值的样品。液晶膜处于“开”和“关”状态的时间可由外加电脉冲的宽度来控制。我们所用的单体负性向列型液晶有 4-乙基-4'-甲氧基氧化偶氮苯和 4-丁基-4'-甲氧基氧化偶氮苯。正性向列型液晶有 N-(4-辛氧基苯基)对氨基脒、对庚基苯甲酸对'氰基苯酚酯、对丁基苯甲酸对'氰基苯酚酯。胆甾相液

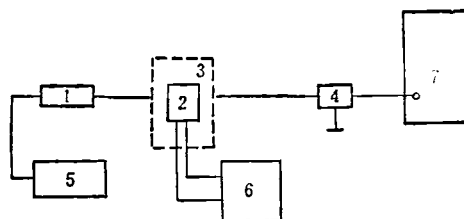


图 1 液晶电光性能测试装置示意图

1. 平行光源; 2. 液晶盒; 3. 恒温槽; 4. 光电倍增管;
5. 直流稳压电源; 6. 方波信号发生器; 7. 示波器

晶用的是胆甾烯基壬酸脂。将它们按不同的配比,在各向同性温度附近用超声波搅拌加以混合,从而得到所需要的适合样品。M-8 和 M-9 就是其中的两种。将混好的液晶注入相隔 10—20 $\mu\text{m}$ 、内表面镀有透明导电膜的平板玻璃片之间,玻璃内表面经过仔细的沿面处理,这样构成的液晶盒就成为一只光阀器。图 1 是测量在外电场作用下胆甾相与向列相间相变的电光特性、阈值电压以及对比度的原理图。对比度的测量是在固定的光源强度下进行的。当液晶膜处于透明的向列相状态和不透明的焦锥织构状态时,对比度可用光电倍增管输出电流  $I_C$  与  $I_B$  的比值来衡量。我们制备的各种混合液晶,都是利用这种测试系统进行测试或筛选。

实验指出,严格控制三类液晶的成分比例,是获得优质样品的关键。增加向列相液晶的成分比,可以降低阈值场强  $E_c$ 。正性向列型液晶的  $\Delta\varepsilon$  愈大,含量愈多,混合液晶的阈值场强就愈低,而且可以改善电光特性的前沿,但含量过多时会降低对比度。掺入适量的负性向列型液晶就可以提高对比度,我们的实验指出,重量含量以 50—70% 为宜。胆甾型液晶含量少时,  $E_c$  低,但对比度也低,而且弛豫时间长。我们还发现,对大多数液晶来讲,愈接近清亮点,其电光特性愈好,加入适量的负性向列相液晶,能降低混

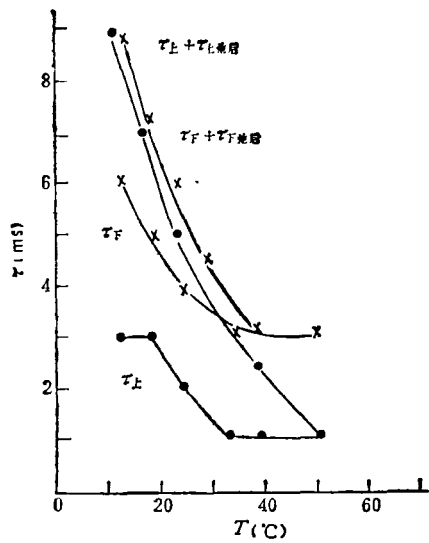


图 2 上升弛豫时间、下降弛豫时间与温度的关系  
( $f$  为  $25\text{Hz}$ ,  $E$  为  $1.65\text{V}/\mu\text{m}$ )

合液晶的清亮点, 并改善响应特性。图 2 是对 M-8 号液晶样品测得的上升、下降弛豫时间与温度的关系曲线。图 2 表明, 降低液晶的清亮点是重要的。

图 3(a) 是对 M-8 液晶样品测得的电光响应曲线, 它能很好地表现出相变过程的三种织构状态。A 点相当于零电压的状态, B 对应于暗区, C 对应于亮区。使用时一般在液晶膜上施加一固定偏压, 以便液晶膜能稳定地工作在 B 区状态。但偏压对弛豫时间有明显影响, 通常呈线性关系, 使用时需要慎重选择偏压值。图 3(b) 是对 M-8、M-9 两种液晶样品实测的电光特性曲线。在每秒 50 周的方波驱动下, 其上

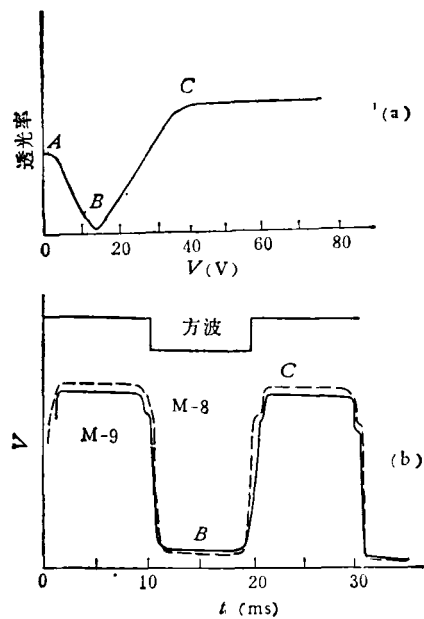


图 3

升时间为  $1-2\text{ms}$ , 下降时间为  $2-3\text{ms}$ , 阈值场强为  $1\text{V}/\mu\text{m}$ 。两种样品的液晶相温度范围都在  $-15-50^\circ\text{C}$  之间, 对比度在  $45:1$  以上, 都能满足一般快速显示的要求。我们曾将此种混合液晶做的光阀用于立体电视显示, 在每秒 30 帧的条件下从电视机荧光屏上能看到清晰无闪烁的立体图象。

### 参 考 文 献

- [1] J. Wysocki et al., *Phys. Rev. Lett.*, **20**, (1968), 1025.
- [2] H. Heimeier, *Liquid Crystals and Order Fluids*, (1969), 215.