

文章编号:1007-2780(2014)04-0504-04

# 不同单体比对聚合物网络及聚合物稳定胆甾相液晶器件光电性能的影响

张姗姗,张 俊,陆红波\*

(合肥工业大学 光电技术研究院,安徽 合肥 230009)

**摘要:**为了调节聚合物网络与液晶分子之间的相互作用,从而改善聚合物稳定胆甾相液晶(PSCLC)的光电性能,本文采用紫外光聚合诱导相分离法(PIPS)制备了聚合物稳定胆甾相液晶,通过控制 2 种单体 RM257 与 BAB6 的比例来改善器件性能。随着 RM257 含量的减少,聚合物网络由取向排列的纤维状结构向疏松不规整的交联状结构转变,形成的聚合物网络对液晶分子的锚定作用减弱,聚合物稳定胆甾相液晶的饱和电压降低,关闭时间增大。当 RM257 与 BAB6 质量比为 1 : 4 时,聚合物稳定胆甾相液晶器件具有较好的对比度。

**关键词:**聚合物稳定胆甾相液晶(PSCLC);单体配比;聚合物网络;光电性能

**中图分类号:**O753+.2 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/JYXS20142904.0504

## Influence of different monomer ratio on polymer network and photoelectric performance of polymer stabilized cholesteric liquid crystal

ZHANG Shan-na,ZHANG-Jun,LU Hong-bo\*

(Academy of Photoelectric Technology, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** The interaction force between polymer network and liquid crystal molecules was adjusted by controlling two monomer ratio, the photoelectric performance of the PSCLC was also improved by the method. Polymer stabilized cholesteric liquid crystal was prepared by the method of UV polymerization induced phase separation (PIPS). As the concentration of RM257 decreased, the saturated voltage reduced and the field-off response times of PSCLC increased with the polymer network changing from fiber-like to crosslink-like. When the proportion of RM257 and BAB6 is 1 : 4, the contrast reach maximum.

**Key words:** polymer stabilized cholesteric liquid crystal; different monomer ratio; polymer network; photoelectric performance

收稿日期:2013-10-11;修订日期:2013-11-15.

基金项目:国家自然科学基金(No. 61107014);国家高技术研究发展计划(863 计划)(No. 2012AA011901);科技部 973 计划前研专项(No. 2012CB723406)

\* 通信联系人, E-mail: bozhilu@hfut.edu.cn

1 引言

聚合物稳定胆甾相液晶(Polymer Stabilized Cholesteric Liquid Crystal, PSCLC)是将胆甾相液晶材料和可聚合液晶性单体的混合材料注入液晶盒中,在平面排列态(Planar Texture, P 态)或垂直排列态(Homeotropic Texture, H 态)用紫外光诱导单体聚合形成的复合材料<sup>[1]</sup>,广泛应用于电光窗、红外光调节器、可调光学衰减器等领域,近年来成为液晶器件研究的热点<sup>[2]</sup>。PSCLC 器件的光电性能强烈依赖于聚合物网络,而聚合物网络结构主要由单体决定。BAB6 与 RM257 是两种常用的单体,BAB6 与液晶相容性较差,形成疏松不规整的交联状网络形貌,对液晶分子的锚定作用力较小;而 RM257 与液晶相容性较好,形成取向排列的纤维状网络形貌,对液晶分子的锚定作用力较强。本文通过调节 BAB6 和 RM257 2 种单体含量来控制聚合物网络结构,进而调节聚合物网络与液晶分子之间的锚定作用力,改善液晶器件的性能<sup>[3]</sup>。该方法无需合成新的单体,且操作简洁、高效,可大大降低研究成本,具有广

阔的应用前景。

2 实验部分

将向列相液晶材料 P0616A(诚志永华),手性剂 R6N(江苏和成),单体(RM257 与 BAB6,自制),光引发剂(BME)按质量比 92.5%,2.7%,4.5%,0.3%混合均匀,在 50℃下 0.15 mW/cm<sup>2</sup> 的 UV 光照射 2 h 制备常白模式 PSCLC 器件。单体结构式如图 1 所示, RM257 与 BAB6 质量配比见表 1。

表 1 单体 RM257 与 BAB6 配比  
Tab. 1 Ratios of RM257 and BAB6

| Sample | RM257 : BAB6 |
|--------|--------------|
| a      | 5 : 0        |
| b      | 4 : 1        |
| c      | 3 : 2        |
| d      | 2 : 3        |
| e      | 1 : 4        |
| f      | 0 : 5        |

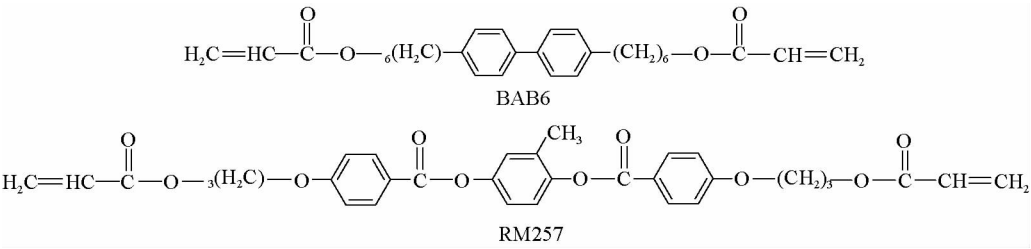


图 1 单体 BAB6 与 RM257 的结构式  
Fig. 1 Chemical structures of BAB6 and RM257

用液晶参数测试仪(LCT-5406E,中科院长春物理研究所)研究 PSCLC 器件的光电性能;用扫描电子显微镜(SEM, JSM-6490LV)观察聚合物网络形貌<sup>[4]</sup>。

3 结果与讨论

扫描电子显微镜可以研究聚合物的网络形貌(如图 2 所示),当 RM257 含量较大时(图 2(a)、(b)),聚合物网络由取向排列的纤维组成;当单体 RM257 含量低于 60%时,聚合物网络形貌发

生变化(图 2(c)、(d)、(e)),逐渐转变为疏松不规整的交联状结构;当聚合物单体全为 BAB6 时(图 2(f)),形成的聚合物网络呈球形颗粒状。

图 3 是 PSCLC 的光电性能曲线。关态时, PSCLC 处于 P 态,透过率最高约为 85%;随着驱动电压的增加, PSCLC 逐步向 FC 态转变,透过率逐渐降低;当驱动电压大于饱和电压,液晶分子呈 FC 态排列,此时 PSCLC 的透过率最低<sup>[5]</sup>,约为 16%。由图 3 可知,当聚合物单体全为 RM257 时,形成取向排列的纤维状聚合物网络结构,此时光电性能曲线较平缓,随着 RM257 的减少,聚合

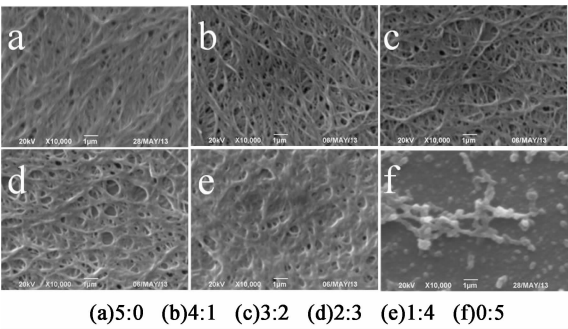


图 2 不同单体配比形成的聚合物网络扫描电镜图  
Fig. 2 SEM images of polymer network formed in samples with different monomer ratio

物网络转变为疏松不规整的交联状网络结构时,光电性能曲线变的陡峭,整体向低电压区域移动。图 4 是 PSCLC 器件的动态响应曲线,加电压时,液晶分子由 P 态向 FC 态转变,撤电压时,液晶分子要回复到 P 态。开启时间主要受外加电场的影响,与聚合物网络关系不大<sup>[1]</sup>,而关闭时间是由聚合物网络对液晶分子的锚定作用力决定的,从图 4 中可以看出,随着 RM257 含量的增加,由于聚合物网络对液晶分子的锚定作用增强,因此  $t_{\text{off}}$  逐渐减小。

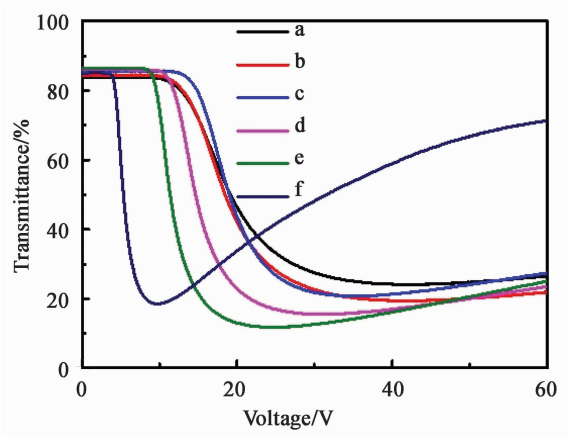


图 3 不同样品的光电性能曲线  
Fig. 3 Electric-transmittance curves of the cells

常白模式 PSCLC 中,聚合物网络的锚定力有利于液晶分子处于 P 态<sup>[6-8]</sup>,当聚合物网络为取向排列的纤维状时,阈值电压 ( $V_{\text{th}}$ ) 较大,约为 14 V;当聚合物网络由于 RM257 含量的减少而变为疏松不规整的交联状时,阈值电压减小,当聚合物单体全为 BAB6 时,此时聚合物网络为球型颗粒状<sup>[9]</sup>,此时阈值电压最小,为 4.4 V;而饱和

电压 ( $V_{\text{sat}}$ ) 逐渐降低,由 27.2 V 降低到 7.1 V。PSCLC 的开态透过率受单体配比影响不大,而 RM257 与 BAB6 比例对 PSCLC 关态透过率产生了重大的影响,当 RM257 与 BAB6 比例为 1:4 时,关态透过率最低,因此对比度最大。

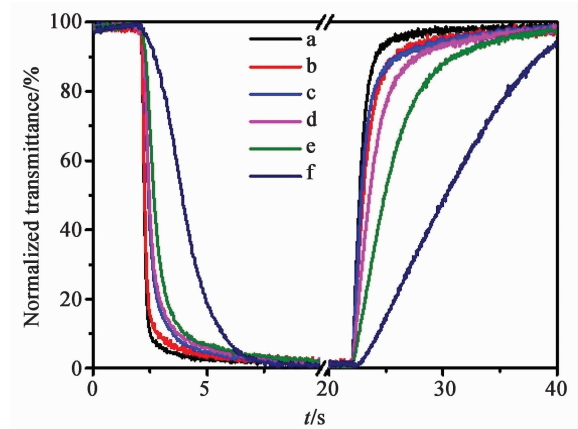


图 4 不同样品的动态响应曲线  
Fig. 4 Dynamic response curves of the cells

不同单体配比的 PSCLC 器件光电性能参数见表 2,当聚合物单体全为 RM257 时,关闭时间为 1.88 ms,当聚合物单体全为 BAB6 时,关闭时间增加到 163.48 ms。

| 表 2 不同样品的光电性能参数                                   |                            |                          |                           |          |
|---------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|----------|
| Tab. 2 Performance parameter of different samples |                            |                          |                           |          |
| Sample                                            | $T_{\text{off}}/\text{ms}$ | $V_{\text{th}}/\text{V}$ | $V_{\text{sat}}/\text{V}$ | Contrast |
| a                                                 | 1.88                       | 13.5                     | 27.2                      | 3.5      |
| b                                                 | 2.37                       | 13.8                     | 26.5                      | 4.3      |
| c                                                 | 2.50                       | 14.7                     | 24.1                      | 3.7      |
| d                                                 | 4.60                       | 11.8                     | 20.0                      | 5.7      |
| e                                                 | 8.25                       | 9.5                      | 15.3                      | 7.4      |
| f                                                 | 13.48                      | 4.4                      | 7.1                       | 4.6      |

## 4 结 论

本文通过调节不同单体比例来控制聚合物的网络结构,从而改善聚合物稳定胆甾相液晶器件的光电性能<sup>[10]</sup>。研究结果表明:聚合物单体组分中 RM257 含量减小时,聚合物网络逐渐由取向排列的纤维状网络向疏松不规整的交联状网络转

变,聚合物网络对液晶分子的锚定作用减弱,因此  $t_{\text{off}}$  增大,饱和电压减小;当 RM257 与 BAB6 比例为 1 : 4 时,器件的对比度较高。通过调节

RM257 与 BAB6 配比,可调节液晶器件的性能,为制备性能优良的光电器件提供了一种新的研究方法。

## 参 考 文 献:

- [1] Dierking I. Polymer network-stabilized liquid crystals [J]. *Adv. Mater.*, 2000, 12(3): 167-181.
- [2] Liang H H, Wang P H, Wu C C, *et al.* Polymer network morphology and electro-optical properties of electrothermal switchable bistable light shutters with various chiral dopant concentrations [J]. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 2011, 552(1): 111-122.
- [3] 王庆兵,凌志华,李海峰,等. 液晶中形成的聚合物网络结构及形貌的研究[J]. 液晶与显示, 1999, 14(2): 94-103.  
Wang Q B, Ling Z H, Li H F, *et al.* Study of the morphology of polymer network formed in liquid crystal [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 1999, 14(2): 94-103. (in Chinese)
- [4] 夏亮,徐琼,陆红波,等. 聚合物分散胆甾相液晶相形态调控与光电性能[J]. 液晶与显示, 2011, 26(3): 306-310.  
Xia L, Xu Q, Lu H B, *et al.* Controlling of phase morphologies and electro-optical of properties of polymer dispersed stabilized cholesteric liquid crystal [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2011, 26(3): 306-310. (in Chinese)
- [5] Bao R, Liu C M, Yang D K. Smart bistable polymer stabilized cholesteric texture light shutter [J]. *Appl. Phys. Express*, 2009, 2(11): 112401(1-3).
- [6] Du F, Gauza S, Wu S T. Influence of curing temperature and high birefringence on the properties of polymer-stabilized liquid crystals [J]. *Opt. Express*, 2003, 11(22): 2891-2896.
- [7] 张俊,宋志刚,熊贤凤,等. 聚合物网络的锚定作用对聚合物稳定胆甾相液晶光电性能的影响[J]. 液晶与显示, 2013, 28(5): 675-678.  
Zhang J, Song Z G, Xiong X F, *et al.* Influence of anchoring effect of polymer network on electro-optic property of polymer-stabilized cholesteric texture [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2013, 28(5): 675-678. (in Chinese)
- [8] 牛红林,华懿魁,史高飞,等. 聚合电场频率对聚合物稳定胆甾相液晶光电性能的影响[J]. 液晶与显示, 2012, 27(1): 21-25.  
Niu H L, Hua Y K, Shi G F, *et al.* Effects of curing electric field frequency on electro-optical of polymer-stabilized cholesteric texture [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2012, 27(1): 21-25. (in Chinese)
- [9] Dierking I, Kosbar L L, Afzali A A, *et al.* Two-stage switching behavior of polymer stabilized cholesteric textures [J]. *J. Appl. Phys.*, 1997, 81(7): 3007-3014.
- [10] Natarajan L V, Beckel E R, Tondiglia V P, *et al.* The effect of weak polymer stabilization on the switching properties of cholesteric liquid crystals [J]. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 2009, 502(1): 143-153.

作者简介:张姗姗(1989—),女,安徽宿州人,硕士研究生,主要从事液晶显示与成像方面的研究。E-mail: zsn19891002@yeah.net