

ЭФФЕКТЫ ПАМЯТИ В КАПСУЛИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРОМ ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ

В.Я.Зырянов, С.Л.Сморгон, В.А.Жуйков, В.Ф.Шабанов

Институт физики им.Л.В.Киренского Сибирского отделения РАН

660036 Красноярск, Россия

Поступила в редакцию 9 марта 1994 г.

Исследованы эффекты оптической памяти в пленках капсулированных полимером холестерических жидкокристаллов. Запись информации в прямом и реверсивном режимах обеспечивается термоконтактным или термооптическим способом; стирание информации производится изменением величины электрического поля.

1. Исследование эффектов оптической памяти в жидкокристаллических средах и разработке на их основе устройств записи, хранения и отображения информации уделяется большое внимание [1,2]. В этом плане одним из перспективных материалов являются капсулированные полимером холестерические жидккие кристаллы (КПХЖК), вольт-контрастные характеристики (ВКХ) которых имеют существенный гистерезис [3,4] аналогично ВКХ в чистых слоях холестерических жидкких кристаллов (ХЖК) [5,6].

2. Используемая ХЖК-композиция представляет собой смесь нематиков с $\Delta\epsilon > 0$ и холестирика X3 в качестве хиральной добавки [4]. Приготовленная смесь капсулировалась в поливинилбутирале из расплава. Средний размер капель ХЖК составлял 1–3 мкм при толщине КПХЖК-пленки около 15 мкм. Температура перехода ХЖК-капель в изотропное состояние $T_c = 33,2^\circ\text{C}$. Подбор показателей преломления полимера и ХЖК обеспечивает прозрачное состояние композитной пленки при ориентации ее электрическим полем.

Для измерения вольт-контрастных характеристик образцов и температурных зависимостей светопропускания использовался гелий-неоновый лазер, излучение которого проходило через ячейку из двух стеклянных пластин с прозрачными электродами и КПХЖК-пленки между ними, помещенную в термокювету, диафрагмировалось и попадало на фотодиод КД-263, сигнал с которого анализировался с помощью цифрового осциллографа С9-8 либо двухкоординатного самописца Endim 622. Переориентация образца производилась синусоидальным сигналом напряжением до 300 В и частотой 1 кГц. Температура измерялась с использованием медно-константановой термопары с точностью $0,1^\circ\text{C}$.

3. На рис.1 показаны вольт-контрастные характеристики КПХЖК-пленки при разных температурах. Запись осуществлялась с использованием двухкоординатного самописца увеличением в течение 0,5 мин управляющего напряжения до максимума с последующим уменьшением его с такой же скоростью до нуля. Стрелками обозначена прямая ветвь гистерезиса, соответствующая увеличению напряжения, и обратная ветвь, соответствующая уменьшению напряжения. Отсюда видно, что при нагреве существенным образом изменяются все параметры ВКХ исследуемого материала: значения порогового поля $U_{0,1} \uparrow$, $U_{0,1} \downarrow$ на прямой и обратной ветвях гистерезиса, соответственно; значения поля насыщения $-U_{0,9} \uparrow$, $U_{0,9} \downarrow$; крутизна ВКХ, величина гистерезиса, контраст.

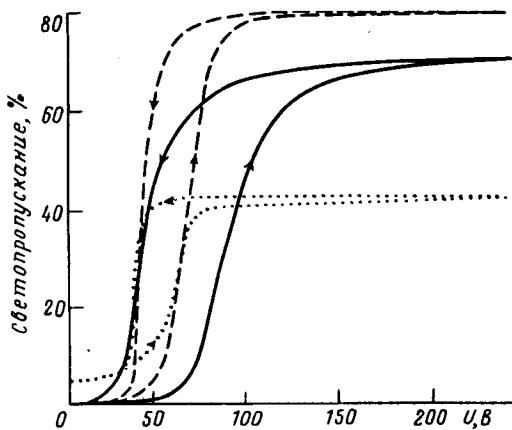


Рис. 1. Вольт-контрастные характеристики КПХЖК-пленки, соответствующие относительной температуре $\Delta T = T - T_c = 10, 9^\circ\text{C}$ (сплошная кривая); $\Delta T = 1, 8^\circ\text{C}$ (штриховая кривая); $\Delta T = 0, 4^\circ\text{C}$ (пунктирная кривая)

Возможность реализации прямого режима записи информации в исследуемых КПХЖК-пленках обусловлена тем фактом, что пороговое поле $U_{0,1} \uparrow$ при комнатной температуре превышает поле насыщения, $U_{0,9} \uparrow$, соответствующее температуре вблизи T_c . На образец КПХЖК-пленки при комнатной температуре подается напряжение, величина которого близка значению $U_{0,1} \uparrow$. Термооптическим или термоконтактным способом участок образца нагревают до температуры фазового перехода. Соответствующая нагреву трансформация прямой ветви гистерезиса приводит к локальному просветлению КПХЖК-пленки, так как приложенного напряжения будет достаточно для полной ориентации нагретых капель ХЖК. При последующем охлаждении прозрачное состояние данного участка образца "запоминается", соответствуя верхнему уровню обратной ветви гистерезиса.

Эффект памяти показан на рис.2, где представлены температурные зависимости светопропускания КПХЖК-пленки при различных значениях напряжения ориентирующего поля. Скорость нагрева и охлаждения составляла около $5^\circ\text{C}/\text{час}$. При охлаждении сразу после перехода в ЖК-фазу кривая светопропускания для напряжения 60 В ложится выше, чем аналогичная зависимость при нагревании. Изменяя максимальную температуру нагрева при термоадресации, можно варьировать градации серости. Величина контраста зависит от приложенного напряжения и температуры регистрации, достигая значения 100:1 и более. Записанное изображение стирается выключением электрического поля.

Для реализации реверсивного режима записи информации КПХЖК-пленку ориентируют до насыщения электрическим полем. Затем поле уменьшают до величины $U_{0,3} \downarrow$, соответствующей светопропусканию в 30% от максимального. Нагрев образца приводит к увеличению порогового поля для обратной ветви гистерезиса (рис.1) и, следовательно, к релаксации полупрозрачного метастабильного состояния образца к светорассеивающему. При этом КПХЖК-пленку не обязательно нагревать до изотропной фазы. Процесс записи информации с использованием данного механизма показан на рис.3. Получены значения контраста до 60:1. Записанное изображение стирается увеличением поля до получения прозрачного состояния всего образца. Для увеличения чувствительности КПХЖК-материала при термооптической адресации ХЖК-композицию

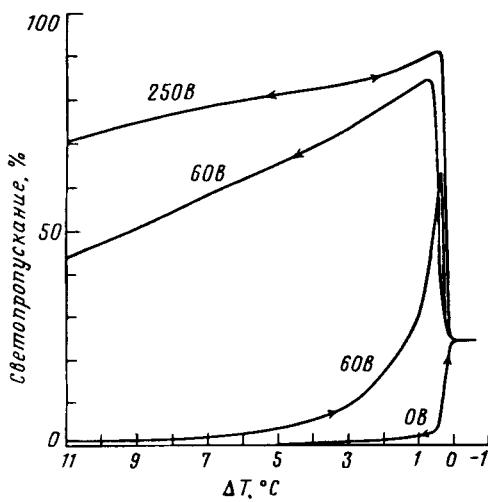


Рис.2

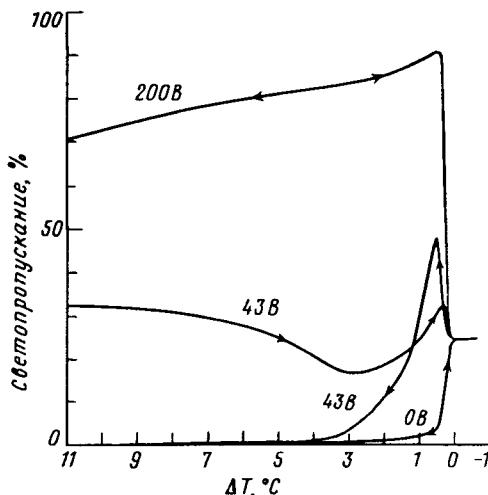


Рис.3

Рис.2. Прямой режим записи информации. При $U = 60$ В эффект памяти реализуется, при $U = 0$ В и 250 В эффект памяти отсутствует

Рис.3. Реверсивный режим записи информации. При $U = 43$ В эффект памяти реализуется, при $U = 0$ В и 200 В эффект памяти отсутствует

можно легировать красителем с узкой полосой поглощения, совпадающей с длиной волны записывающего излучения.

4. Итак, в настоящей работе предложены и реализованы два различных способа записи оптической информации в КПХЖК-пленках посредством термоадресации и быстрого ($10^{-2} - 10^{-3}$ с) стирания ее электрическим полем.

Работа финансируется Красноярским краевым фондом науки.

1. Л.М.Блинов, Электро- и магнитооптика жидкокристаллов. М.: Наука, 1978.
2. А.С.Сонин, Введение в физику жидкокристаллов. М.: Наука, 1983.
3. D.-K.Yang, L.-C.Chien, and J.W.Doane, IV Int. Top. Meet. on Optics of Liq. Cryst., Abstracts, Florida, 1991, p.36.
4. С.Л.Сморгон, В.А.Жуйков, В.Ф.Шабанов, В.Я.Зырянов, Препринт № 780-Ф, ИФ СО РАН, 1993.
5. W.Greubel, Appl. Phys. Lett. **25**, 5 (1974).
6. С.А.Тагер, В.М.Шошин, Микроэлектроника **12**, 157 (1983).