

- [1] Meyer R.B., Liebert L., Strzelc-  
ski L., Keller P. - J. Phys., 1975, v. 36,  
p. 1069.
- [2] Ostrovski B.I., Rabinovich A.Z.,  
Chigrinov V.G. Adv. in Liquid Cryst. Re-  
search and Application, ed. by L. Bata. Pergamon  
Press, Oxford-Akad. Kiadó, Budapest-1980. 469 с.
- [3] Береснев Л.А., Байкалов В.А., Блинов Л.М. -  
ЖТФ, 1982, т. 52, с. 1110.
- [4] Baikalov V.A., Beresnev L.A.,  
Blinov L.M. - Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1985,  
v. 127, p. 397.
- [5] Glogarova M., Fousek J., Lej-  
ček L. - J. Pavel. Ferroelectrics, 1984, v. 58, p. 161.
- [6] Clark N.A., Lagerwall S.T. - Ferroelectrics,  
1984, v. 59, p. 25.

Поступило в Редакцию  
28 июля 1987 г.  
В окончательной редакции  
9 ноября 1987 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 3

12 февраля 1988 г.

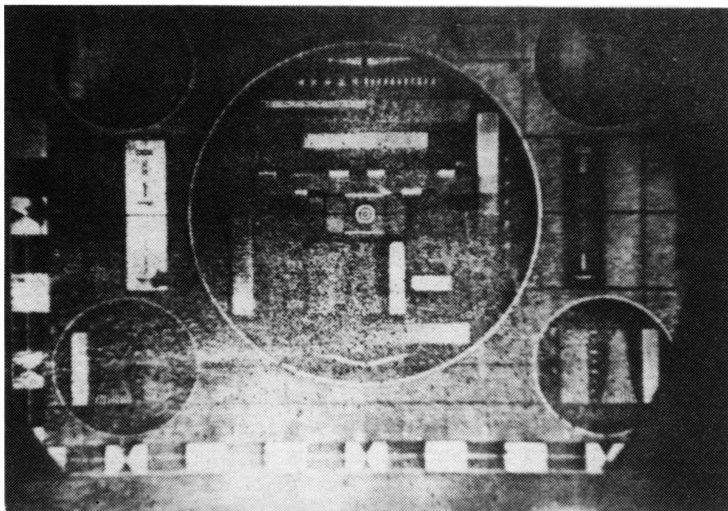
ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА  
СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЖИДКИЙ  
КРИСТАЛЛ - ФОТОПРОВОДНИК

Л.А. Береснев, Л.М. Блинов, Д.И. Дергачев,  
А.И. Жиндулис, И.С. Клименко, С.И. Паеда,  
А.А. Сергеев

В данной работе исследована возможность использования в ка-  
честве светомодулирующего слоя в структуре жидкий кристалл-фото-  
проводник [1] тонкого слоя сегнетоэлектрического жидкого кристал-  
ла [2] с высокой величиной спонтанной поляризации и малым шагом  
геликоидальной структуры. Сегнетоэлектрические жидкие кристаллы  
(СЖК) обладают более широким спектром электрооптических эффек-  
тов, чем традиционные нематические, поскольку для СЖК оптиче-  
ские состояния, соответствующие разным поляриностям электрическо-  
го поля, различаются, что обуславливает увеличение информационной  
емкости устройств на их основе и упрощает схемы управления. Кро-  
ме того, времена переключения в СЖК могут составлять микросек-  
кунды и доли микросекунд при управляющих напряжениях единицы и  
десятки вольт [3, 4].

Экспериментальный образец представлял собой слоистую структуру типа конденсатора, между обкладками которого (прозрачными токопроводящими слоями из смеси двуокиси олова и индия) помещались слои фотопроводника и планарно ориентированного СЖК. В качестве фотопроводника использовался слой  $Zn_{0,3}Cd_{0,7}S$  толщиной 5 мкм, максимум спектральной чувствительности которого приходился на длину волны 440 нм. Темновое сопротивление слоя лежало в пределах от  $1,2 \cdot 10^{12}$  Ом·см до  $3 \cdot 10^{11}$  Ом·см при положительной и отрицательной полярностях источника питающего напряжения соответственно. При освещении фотопроводника возбуждающим излучением его сопротивление падало до  $10^{10}$  Ом·см. В качестве светомодулирующего рабочего вещества использовался СЖК с величиной спонтанной поляризации  $P_c = 70$  нКл/см<sup>2</sup> при температуре 25 °С и шагом геликоидальной структуры  $\rho_0 = 0,3-0,5$  мкм, имеющий сегнетоэлектрическую  $C^*$  - фазу в интервале температур +8 - +59 °С и проводимость  $\sigma_{\perp} = 1 \cdot 10^{-11}$ . Планарная ориентация жидкокристаллического слоя достигалась путем натирания полимерного слоя смеси поливинилбутираля и фенолоформальдегидных смол, нанесенного из 0,005% спиртового раствора. Толщина слоя жидкого кристалла составляла 6,95 мкм и на площади 1 см<sup>2</sup> его сопротивление достигало величины  $7 \cdot 10^7$  Ом. Таким образом, в отсутствие возбуждающего излучения практически все приложенное к структуре напряжение падало на слое фотопроводника, а при освещении структуры его сопротивление приближалось к сопротивлению слоя СЖК. При этом переход от темнового сопротивления фотопроводника к световому носил линейный характер, соответствующий линейному характеру электрооптического эффекта в слое СЖК. Это обеспечивало близкие к оптимальным условия работы структуры. Питание структуры осуществлялось генератором прямоугольных знакопеременных импульсов длительностью 10 мс или источником постоянного тока.

При использовании низких питающих знакопеременных напряжений (до 1,5 В) или при питании более высокими напряжениями, но при интенсивности возбуждающего излучения, близкой к порогу чувствительности структуры (менее  $1,4 \cdot 10^{-9}$  Вт/см<sup>2</sup>), т. е. при таком режиме работы структуры, когда жидкий кристалл находится в слабом электрическом поле (десятые доли вольта), оптическая ось деформированного электрическим полем геликоида линейно отклоняется от направления натирания [5] на некоторый угол  $\langle \theta \rangle$  без вовлечения в процесс деформации движения дефектов, стыкующих геликоидальную структуру с планарными граничными условиями (линий дехирализации). Это приводило к хорошей передаче полутонов записываемого изображения при считывании монохроматическим излучением или к преобразованию черно-белого полутонового изображения в псевдоцветное при считывании белым светом. Было установлено, что времена включения и выключения электрооптического отклика структуры в этом режиме не зависят от прикладываемого напряжения и составляют 150-200 мкс. Электрооптиче-



Фотоснимок изображения тест-таблицы, записанного на структуру сегнетоэлектрический жидкий кристалл - фотопроводник: интенсивность возбуждающего излучения  $9 \cdot 10^{-5}$  Вт/см<sup>2</sup>; время экспонирования 200 мс; напряжение питания 10 В; диаметр большого круга 7 мм.

ские параметры структуры в скрещенных поляризаторах: глубина модуляции и контраст определялись по стандартной методике [6] с учетом особенностей структуры. В экспериментах глубина модуляции достигала 100% при разрешающей способности не хуже 100 лин/мм, измеренной по всей площади апертуры 30 x 45 мм<sup>2</sup> проекционным методом.

При переходе в область более высоких питающих напряжений (более 2.5 В), когда геликоид в СЖК раскручивается и угол поворота оптической оси  $\langle \theta \rangle$  принимает постоянное значение, равное углу наклона  $\theta$  длинных осей молекул в С\* - фазе, т. е. в области электрооптического эффекта Кларка-Лагервола [4], было достигнуто высококонтрастное преобразование входного изображения (не менее 100:1), что позволяет надеяться на дальнейшее использование подобных структур в качестве устройств повышения контраста входных изображений. Времена включения и выключения электрооптического отклика при этом лежали в пределах 130 мкс при длительности знакопеременных импульсов питающего напряжения 10 мс.

Хорошие результаты получены и при работе структуры в постоянном электрическом поле при напряжениях более 3 В, когда геликоид при освещении структуры возбуждающим излучением полностью раскручивается. При отключении электрического поля, поверхности, ограничивающие слой жидкого кристалла, препятствуют восстановлению геликоида. Возникающие линии дехирализации, стыкующие неполностью восстановленный геликоид и плоские ограничивающие поверхности, рассеивают свет [7]. При этом реализуется эффект

долговременной памяти, которую можно убрать, приложив постоянное поле обратного знака и засветив структуру возбуждающим излучением. Время хранения записанной информации может составлять несколько месяцев и более. Разрешающая способность при этом немного падает (до 40 лин/мм). На рисунке приведен фотоснимок, сделанный со структуры через два месяца после записи изображения.

Таким образом, использование в качестве светомодулирующего слоя сегнетоэлектрического жидкого кристалла с высокой величиной спонтанной поляризации и малым шагом геликоидальной структуры позволяет значительно расширить функциональные возможности многослойных фоточувствительных структур.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Васильев А.А., Вашурин П.В., Жиндулис А.И. и др. Фоточувствительные структуры фотопроводник-жидкий кристалл. - Технические средства систем управления и вопросы их надежности. М.: Наука, 1982, с. 20-40.
- [2] Meyer R.B., Liebert L., Strzelcski L., Keller P. - J. Phys. Lett., 1975, v. 36, p. 1069.
- [3] Береснев Л.А., Блинов Л.М., Байкалов А.В. - ЖТФ, 1982, т. 52, с. 2109.
- [4] Clark N.A., Lagerwall S.T. - Appl. Phys. Lett., 1980, v. 36, p. 899-901.
- [5] Ostrovskii B.I., Rabinovich A.Z., Chigrinov V.G. Adv. in Liq. Cryst. Research and Applications, ed. by L. Bata, Pergamon Press, Oxford-Akad. Kiadó, Budapest-1980, p. 469.
- [6] Blinov L.M., Baikalov V.A., Barnik M.I., Beresnev L.A., Pozhidayev E.P., Yablonsky S.V. - Liq. Cryst., 1987, 2, N 2, p. 121-130.
- [7] Yoshino K., Kishio S., Ozaki M., Sakurai T., Mikami N., Higuchi R. - Jpn. J. Appl. Phys., 1986, v. 25, N 12, p. L976.

Поступило в Редакцию  
28 июля 1987 г.  
В окончательной редакции  
9 ноября 1987 г.