Math-Net.Ru
Общероссийский математический портал

А. В. Слюсарь, В. С. Мыльников, Пространственно-временна́я модуляция света структурой жидкий кристалл—полимерный фотопроводник с сопряженными связями,
ЖТФ, 1991, том 61, выпуск 11, 201–203

https://www.mathnet.ru/jtf4490

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением
https://www.mathnet.ru/rus/agreement

Параметры загрузки:
IP: 18.97.9.170
20 июля 2025 г., 06:15:41

Выводы

Полученные результаты показывают, что повышение контраста рентгеновских изображений слабопоглощающих объектов возможно за счет эффекта преломления рентгеновских лучей. Это обстоятельство может быть использовано в интроскопии органических материалов, в биологических и медицинских исследованиях, в частности в ангиографии.

Список литературы

[1] *Пинскер З. Г.* Рентгеновская кристаллооптика, М.: Наука, 1982. 390 с.
[2] *Подурец К. М., Соменков В. А., Шильштейн С. Ш.* // ЖТФ. 1989. Вып. 6. С. 115—121.
[3] *Podurets K. M., Somenkov V. A., Shilstein S. Sh.* // Physica B. 1989. Vol. 156&157. P. 691—693.
[4] *Митрофанов Н. Л., Подурец К. М., Соменков В. А.* и др. А. С. 1402871. БИ. 1988. № 22.

Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова
Москва

Поступило в Редакцию
30 июля 1990 г.
В окончательной редакции
12 декабря 1990 г.

06; 09

© 1991 г.

Журнал технической физики, т. 61, в. 11, 1991

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ МОДУЛЯЦИЯ СВЕТА СТРУКТУРОЙ ЖИДКИЙ КРИСТАЛЛ—ПОЛИМЕРНЫЙ ФОТОПРОВОДНИК С СОПРЯЖЕННЫМИ СВЯЗЯМИ

А. В. Слюсарь, В. С. Мыльников

Пространственно-временные модуляторы света (ПВМС) являются ключевыми элементами различных оптоэлектронных устройств в системах записи, хранения и обработки информации [1]. В ПВМС типа фотопроводник (ФП)—жидкий кристалл (ЖК) в качестве фоточувствительного элемента до недавнего времени применялись исключительно неорганические ФП. Большинство таких ПВМС имело низкую разрешающую способность вследствие достаточно высоких подвижностей носителей зарядов в ФП, высокую стоимость, ограниченный срок службы. В работах [2] было предложено использовать в ПВМС типа ФП—ЖК в качестве фоточувствительного слоя пленки органических полимерных ФП. Наиболее удачные результаты были получены для полимеров с гетероатомами в основной цепи макромолекулы — полиимидов [3]. При импульсных режимах записи в таких ПВМС удалось реализовать предельные для тонких фазовых голограмм возможности по дифракционной эффективности (до 40 %), высокую разрешающую способность (до 1500 $мм^{-1}$), реверсивную запись информации в реальном масштабе времени, обеспечить надежность и высокие эксплуатационные качества модуляторов. Развитие работ по фотоэлектрическим свойствам полимеров различных классов [4] позволяет ставить вопрос о расширении их использования в качестве фоточувствительных элементов в оптически управляемых ПВМС.

В настоящей работе предлагается способ пространственно-временной модуляции света структурой ФП—ЖК, в которой в качестве фоточувствительного элемента используются органические полимеры с сопряженными связями, полученные термообработкой полимеров винилового ряда — полиакрилонитрила (ПАН), поливинилхлорида (ПВХ) и др. Модуляторы представляли сандвичеобразную структуру, состоящую из пленки полимерного фотопроводника толщиной 1 мкм и слоя ЖК толщиной 10 мкм. Структура заключалась между прозрачными проводящими электродами, к которым подводилось постоянное управляющее напряжение от 10 до 30 В. Полимерная пленка получалась ме-

тодом центрифугирования соответствующего раствора полимера. Использовался эффект управляемого электрическим полем двойного лучепреломления (*S*-эффект) в ЖК на основе смеси цианбифенилов с положительной анизотропией диэлектрической проницаемости $\Delta\varepsilon=13$. Ориентация ЖК обеспечивалась натиранием пленок поливинилового спирта, нанесенных на ФП и проводящие электроды. Кроме этого, использовалось непосредственное натирание фотопроводящей пленки без поливинилового спирта.

Исследовались спектры поглощения и фотопроводимости, вольт-амперные характеристики и модуляционные параметры с использованием голографической методики. В последнем случае запись дифракционных решеток осуществлялась второй гармоникой лазера на АИГ: Nd^{3+} на длине волны света 532 нм с длительностью импульса 20 нс и мощностью в импульсе до $2\cdot10^{-5}$ Дж·см$^{-2}$. Считывание проводилось в режиме на просвет непрерывным излучением He—Ne лазера на длине волны 633 нм с мощностью $5\cdot10^{-5}$ Вт·см$^{-2}$.

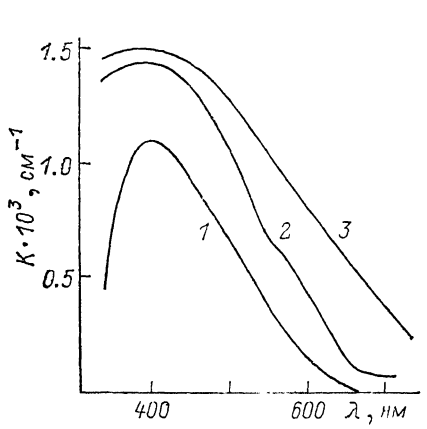

Рис. 1. Электронные спектры поглощения пленок полиакрилонитрила после термообработки.

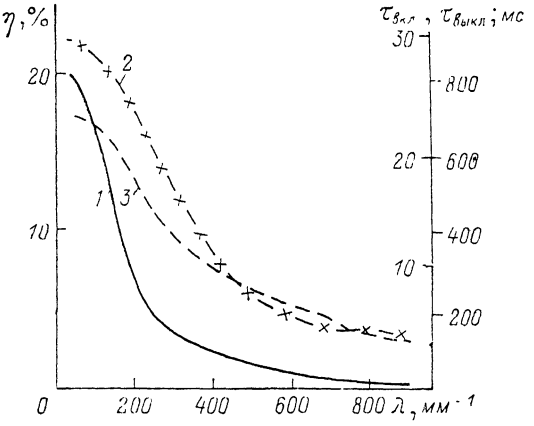

Рис. 2. Зависимость дифракционной эффективности (*1*), времени включения (*2*) и выключения (*3*) модулятора от пространственной частоты.

Спектральные характеристики поглощения и фоточувствительности модулятора определялись режимом термообработки пленки полимера. На рис. 1 приведены оптические спектры поглощения ПАН при температурах обработки 160 (кривая *1*), 190 (кривая *2*), 220 °С (кривая *3*). Первые два образца подвергались термообработке в течение 3 ч, третий — в течение 1 ч. Видно, что увеличение температуры обработки приводит к батохромному сдвигу спектров поглощения полимера, что обусловлено образованием полисопряженных цепей и увеличением их длины. Образование полисопряженных связей приводит к появлению фоточувствительности полимеров, красной границей фотопроводимости которых можно управлять аналогично оптическим спектрам поглощения. Приводимые ниже результаты относятся к модулятору с фотопроводящей пленкой ПАН, получен ой при трехчасовой термообработке при 190 °С. При этом была обеспечена фоточувствительность в видимой и близкой ИК областях спектра.

Предельные чувствительности модулятора к записывающему и считывающему свету составили $5\cdot10^{-6}$ Дж·см$^{-2}$ и $5\cdot10^{-4}$ Вт·см$^{-2}$ соответственно. Зависимость дифракционной эффективности от пространственной частоты приведена на рис. 2. Максимальное значение дифракционной эффективности при пространственной частоте 60 мм$^{-1}$ составляет 20 %, разрешающая способность, определенная по полураспаду передаточной функции, 190 мм$^{-1}$, предельное разрешение до 1000 мм$^{-1}$. На том же рисунке показаны зависимости времен срабатывания модулятора от пространственной частоты. Характерно существенное уменьшение времен с ростом частоты. Это открывает возможности эффективного использования подобных структур в качестве голографических фильтров.

В зависимости от режимов записи и управления времена включения $\geqslant 5$ мс, выключения — $\geqslant 100$ мс. Следует отметить, что большинство параметров существенным образом зависит от режимов записи и управления.

Отметим также, что была получена хорошая однородная ориентация ЖК при использовании в качестве ориентанта самого ФП. Это позволяет упростить изготовление модулятора за счет исключения операции нанесения ориентирующего слоя на ФП.

Обратим внимание на некоторые данные, полученные с помощью вольт-амперных характеристик для границы раздела между фазами. При наличии ориентирующей пленки поливинилового спирта на электроде и ее отсутствии на ФП темновой ток и фототок нелинейно зависели от напряжения, соответствуя характеристикам варисторного типа. Наличие слабовыраженного выпрямляющего эффекта указывало на существование потенциального барьера в структуре. Для аналогичной структуры, но без ориентирующего слоя поливинилового спирта на контрэлектроде вольт-амперная характеристика имела симметричный вид. Следовательно, пространственное разделение зарядов связано с границами либо ПВС—ЖК, либо прозрачный электрод—поливиниловый спирт. Учитывая результаты [5], где было установлено отсутствие выпрямляющего эффекта на границе прозрачный электрод—ЖК и существенное выпрямление на границе ЖГ—неорганический ФП, можно предполагать отсутствие барьера на границе органического ФП с сопряженными связями с ЖК.

В целом результаты работы показывают перспективность применения ФП с сопряженными связями в ПВМС типа ФП—ЖК. Достигнуты достаточно высокие модуляционные свойства. Показана также возможность использования самого полимерного ФП в качестве ориентанта, что позволяет упростить изготовление модуляторов.

Список литературы

[1] *Васильев А. А., Касасент Д., Компанец И. Н., Парфенов А. В.* Пространственные модуляторы света. М.: Радио и связь, 1987. 320 с.

[2] *Мыльников В. С., Морозова Е. А., Котов Б. В.* и др. // ДАН СССР. 1984. Т. 281. № 5. С. 897—900. ЖТФ. 1987. Т. 57. Вып. 3. С. 2041—2042. Там же. 1985. Т. 55. Вып. 4. С. 749—753.

[3] *Mylnikov V.* // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1987. Vol. 152. P. 597—607.

[4] *Мыльников В. С.* Фотопроводимость полимеров. Л.: Химия, 1990. 240 с.

[5] *Мыльников В. С., Морозова Е. А.* // 1983. Т. 53. Вып. 10. С. 2045—2049.

С.-Петербургский институт киноинженеров

Поступило в Редакцию
9 октября 1990 г.

---

05 *Журнал технической физики, т. 61, в. 11, 1991*

© 1991 г.

РАЗМАГНИЧИВАНИЕ МЕТАЛЛА-СВЕРХПРОВОДНИКА В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

В. П. Лебедев, В. С. Крыловский

Закрепление магнитных силовых линий на несовершенствах кристаллического строения сверхпроводника при температуре ниже критической приводит к появлению остаточного магнитного потока ($\Phi_з$) после выключения внешнего магнитного поля, что может оказывать значительное влияние на различные физические характеристики металла [1]. В частности, при механических испытаниях за счет формирования дефектной структуры и пиннинга вихрей магнитного потока на несовершенствах кристаллического строения при циклической смене нормального и сверхпроводящего состояния величина $\Phi_з$ может возрастать, приводя к искажению экспериментально наблюдаемых величин: