

06.3; 07; 12

© 1992

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПВМС С ПОЛИМЕРНЫМ
ФОТОСЛОЕМ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЗАПИСИ
И ИМПУЛЬСНОМ НАПРЯЖЕНИИ ПИТАНИЯН.А. В а с и л е н к о, Н.В. К а м а н и н а,
А.П. О н о х о в

Широкое применение пространственно-временных модуляторов света (ПВМС) в качестве устройств ввода и обработки информации определяет поиск их новых функциональных возможностей и путей улучшения параметров приборов [1]. В ряде публикаций [2, 3] рассматривалось влияние различных режимов питания и записи на характеристики ПВМС. В данной статье сообщается об особенностях работы ПВМС при использовании импульсной записи в сочетании с импульсным питанием модулятора на основе органического полимерного фотополупроводника (ФП).

Исследованные образцы представляли собой сэндвич-структуру, слой которой находились между двумя стеклянными подложками диаметром 35 мм с прозрачными проводящими электродами. В качестве фоточувствительного слоя использовались тонкие (1...3 мкм) пленки сенсibilизированных полиимидов. Темновое удельное сопротивление полимера составляло $3 \cdot 10^{13}$ Ом·см, а его изменение при засветке — не менее 100. Электрооптическим слоем являлся нематический жидкий кристалл (ЖК) толщиной 5 мкм с положительной анизотропией диэлектрической проницаемости. Исходная ориентация ЖК — планарная, модуляция света осуществлялась за счет S -эффекта.

Запись голографической решетки проводилась излучением второй гармоники моноимпульсного одномодового лазера на КВГ ($\lambda_{\text{зап}} = 0.533$ мкм) с длительностью импульса 10^{-8} с, с энергией до 2 мДж, диаметром пятна на фотослое ~ 5 мм. Для считывания на просвет применялся непрерывный гелий-неоновый лазер ($\lambda_{\text{сч}} = 0.63$ мкм), плотность мощности в коллимированном пучке диаметром 10 мм составляла 10^{-4} Вт/см². Считывающее излучение направлялось под углом $\leq 15^\circ$ к нормали к ПВМС. Фазовая решетка записывалась на фиксированной пространственной частоте 150 мм^{-1} . При записи и считывании ориентация вектора решетки (\vec{r}) и поля считывающего излучения ($\vec{E}_{\text{сч}}$) совпадала с ориентацией директора ЖК (\vec{n}), то есть $\vec{r} // \vec{n} // \vec{E}_{\text{сч}}$ [4].

Измерения проводились при приложении к ПВМС напряжения в виде прямоугольных импульсов. Амплитуда импульса напряжения питания (ИНП) составляла 30 ... 60 У, длительность ($\tau_{\text{пит}}$)

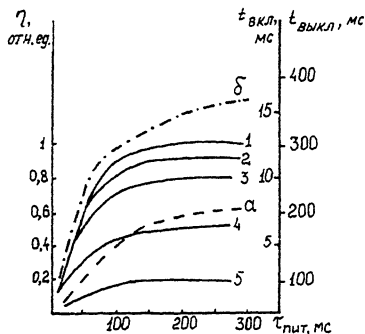


Рис. 1. Зависимость дифракционной эффективности η (кривые 1-5 при $D = 0.005, 0.5, 5, 50$ и 100 мс соответственно) и времени включения $t_{\text{вкл}}$ (кривая а) и выключения $t_{\text{выкл}}$ (кривая б) модулятора от длительности импульса напряжения питания $\tau_{\text{пит}}$. $\eta = 1$ соответствует 10 %.

варьировалась от сотых долей до единиц секунд. Учитывалась задержка (D) между импульсом генерации и передним фронтом ИНП.

На рис. 1 представлена зависимость дифракционной эффективности η от $\tau_{\text{пит}}$. η достигает своего максимума при $\tau_{\text{пит}} \sim 0.1$ с и $D \leq 0.5$ мс. При дальнейшем увеличении $\tau_{\text{пит}}$ до нескольких секунд η практически не менялась. Также представлено изменение времени включения и выключения модулятора от $\tau_{\text{пит}}$ при $D = 5$ мкс.

В ходе эксперимента обнаружен следующий эффект: фотоотклик всегда возникал на заднем фронте ИНП и отслеживал положение заднего фронта до длительностей импульса порядка единиц секунд. Эпюры сигналов приведены на рис. 2. Авторы считают, что подобный факт может быть объяснен в рамках модели, предложенной в [5], где рассматриваются условия согласования импедансов слоев с различными удельными сопротивлениями во время существования переходного процесса.

Кроме того, было установлено, что при длительностях ИНП $0.5 \text{ с} < \tau_{\text{пит}} < 2 \text{ с}$ с минимальной задержкой 5 мкс наблюдались два разделенных по времени в 100 мс дифракционных отклика в 1-м порядке дифракции. Это связано с тем, что в первый момент, при облучении фотослоя и приложении ИНП, созданные носители тока разделяются полем и участвуют в проводимости, частично оседая на ловушках и скапливаясь на границе раздела ФП-ЖК. ЖК обрабатывает полученный потенциальный рельеф, что приводит к появлению первого фотоотклика. Затем, по мере действия ИНП, в проводимости начинают участвовать носители, выброшенные с ловушек и глубоких уровней. Этот накопленный заряд создает

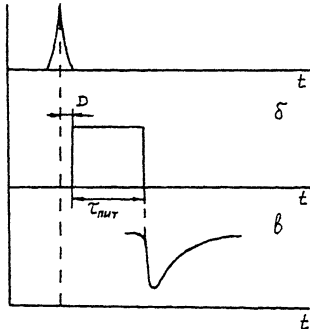


Рис. 2. Эпюры импульса генерации (а), импульса напряжения питания (б) и фотоотклика (в).

ток смещения, который приводит к более осязательному процессу в ЖК и большему дифракционному отклику.

Известно [6], что в полимерах освобождение носителей из ловушек может происходить из-за их термически активированного выброса с преодолением потенциального барьера, а также вследствие исчезновения самих ловушек при тепловом движении макромолекул.

Оценим понижение барьера и выброс носителей из ловушек при амплитуде ИНП 50 В. Так как длительность ИНП больше времени жизни носителей [7] и времени релаксации структуры к исходному состоянию, то воспользуемся уравнением расчета потенциального барьера для случая постоянного поля [8]. Если принять энергию активации полимера 0.4 эВ [9], то потенциальный барьер составит 0.25 В. В нашем случае ИНП создает поле при толщине кристалла 5 мкм с напряженностью 10^7 В/м. Это обеспечивает понижение барьера по механизму Френкеля-Пула 1.7 В. Таким образом, уже при комнатной температуре обеспечивается дополнительный выброс носителей и их участие в проводимости.

Кроме того, появление второго дифракционного отклика связано с донорно-акцепторным взаимодействием внутри полимерных цепей фотослоя [7]. Существующие барьеры между концами смежных полимерных цепей также понижаются, облегчая участие носителей в процессе переноса, что объясняет возникновение дополнительного фотоотклика.

Данная работа показывает возможность применения полимерных ПВМС в системах хранения информации, а также в системах с корреляционной обработкой оптических сигналов с частотой циклов запись-считывание до 0.2 Гц.

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] Грознов М.А., Мыльников В.С., Синикас А.Г., Сомс Л.Н. // Тр. ГОИ. 1986. Т. 60. В. 194. С. 69-81.
- [3] Слюсарь А.В., Мыльников В.С. // ЖТФ. 1991. Т. 61. В. 11. С. 201-203.
- [4] Чигринов В.Г. // Кристаллография. 1982. Т. 27. В. 2. С. 404-440.
- [5] Сихарулидзе Д.Г., Чилая Г.С., Бродзели М.И. // Квантовая электроника. 1979. Т. 6. В. 6. С. 1271-1277.
- [6] Закревский В.А., Сударь Н.Т. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 2. С. 66-71.
- [7] Дубенсков П.И., Журавлева Т.С., Ванников А.В. и др. // Высокомолекулярные соединения Сер. А. 1988. Т. 30. В. 6. С. 1211-1217.
- [8] Зи С. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984. Т. 1. 453 с.
- [9] Мыльников В.С. Фотопроводимость полимеров. Л.: Химия, 1990. 240 с.

Поступило в Редакцию
15 июня 1992 г.