

Б. В. УЛЬЯНОВ

(Москва)

## МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ В УПРАВЛЯЕМЫХ ТРАНСПАРАНТАХ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛА ЦТСЛ

Одним из электрооптических эффектов, наблюдаемых в материале цирконат-титанат свинца, легированном лантаном (ЦТСЛ), является продольный эффект электрически контролируемого рассеяния (ЭКР) света. Он заключается в том, что светорассеивающие свойства материала зависят от состояния его диэлектрической поляризации  $P$ . Рассеяние максимально при  $P=0$  и значительно меньше при  $P=P_R$  ( $P_R$  — остаточная поляризация насыщения) [1]. Эффект ЭКР может быть использован, в частности, для создания на основе ЦТСЛ электрически управляемых транспарантов (ЭУТ) матричного типа [2]. Переключение элементов транспаранта между состояниями «0» и «1» осуществляется путем переключения поляризации материала между  $P=0$  и  $P=P_R$ .

Как известно, основной недостаток матричной системы — воздействие на непереключаемые элементы импульсов полувыборки (кросс-эффект). При отсутствии в материале выраженного порога переключения это приводит к частичному переключению элементов ЭУТ, что в материале ЦТСЛ соответствует изменению величины поляризации. Кроме того, данный материал обладает свойством накопления изменений поляризации при многократном воздействии импульсов напряжения полувыборки, что в конечном итоге может привести к практически полной потере записанной в элементы ЭУТ информации. Схематически этот процесс проиллюстрирован рис. 1, где изображена петля диэлектрического гистерезиса в материале ЦТСЛ. Рассмотрим элемент, находящийся в состоянии «0», характеризующемся максимальным светорассеянием (точка 0). При воздействии на него импульса напряжения полувыборки поляризация материала изменится (точка 1). Следующий импульс переведет поляризацию в состояние, соответствующее точке 2 и т. д. В пределе величина  $P$  будет стремиться к значению  $P=-P_R$ , что приведет к уменьшению светорассеяния, т. е. к уменьшению контрастности, и при достаточно большом количестве импульсов полувыборки к полной потере информации (элемент из состояния «0» переключится в состояние «1»).

В настоящей работе рассмотрен метод, позволяющий частично преодолеть этот недостаток путем использования двух пластин ЦТСЛ, расположенных последовательно по ходу луча [3]. В одной из пластин состоянию «0» элемента ЭУТ соответствует, как и прежде, значение  $P=0$  (точка 0 на рис. 1). Во второй пластине поляризация должна иметь величину между  $P=0$  и  $P=P_R$  (точка 4). При воздействии на элемент первой пластины импульса полувыборки светорассеяние уменьшится. Если одновременно с этим импульсы полувыборки будут воздействовать на соответствующий элемент второй пластины, то величина  $P$  в ней приблизится к нулю, принимая последовательно значения, соответствующие точкам 5, 6 и т. д., что приведет к увеличению светорассеяния во второй пластине, компенсируя его уменьшение в первой.

Экспериментальная реализация метода проводилась с использованием материала ЦТСЛ состава 8/65/35 в виде пластин толщиной 0,2 мм с размещенными на плоскостях прозрачными полосовыми электродами из  $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$  шириной 1 мм, образующими матричную систему. Измерялась величина контрастности, обеспечиваемая при переключении поляризации материала. Для этого через пластину пропускался свет от источника (лазер ЛГ-52), интенсивность которого регистрировалась с помощью фотоприемника с угловой апертурой  $\approx 1^\circ$ . Контрастность находилась как

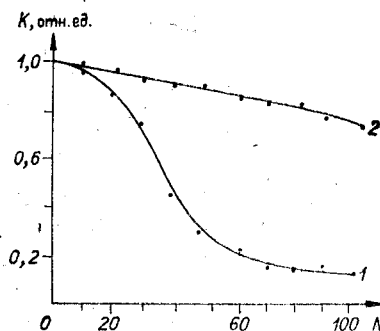
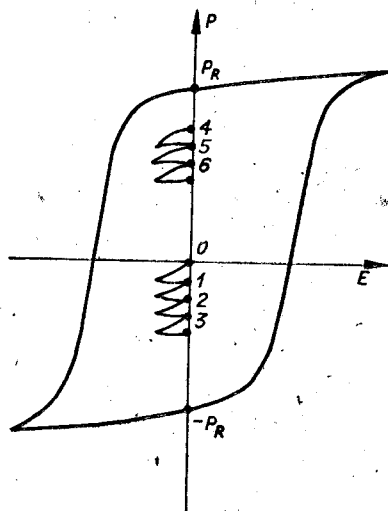


Рис. 2. Зависимость контрастности  $K$  (в отн. ед.) от количества  $N$  импульсов полувыборки для случаев одной (кривая 1) и двух (кривая 2) пластин ЦТСЛ.

Рис. 1. Схематическое изображение петли диэлектрического гистерезиса в материале ЦТСЛ:  
 $P$  — поляризация,  $E$  — электрическое поле.

отношение сигналов фотоприемника при состояниях элемента ЭУТ с минимальным и максимальным светорассеянием.

Влияние импульсов полувыборки на контрастность в случае использования одной пластины определялось следующим образом. Элемент ЭУТ переводился в состояние с  $P = P_R$  путем подачи на электроды импульса длительностью 1 мс, амплитудой 200 В. Затем на элемент подавался одиночный импульс той же длительности противоположной полярности, амплитудой 100 В и материал переключался в состояние с  $P \approx 0$ . После этого на элемент поступали импульсы амплитудой 50 В, имитирующие напряжение полувыборки, и регистрировалось изменение интенсивности света на фотоприемнике. На рис. 2 (кривая 1) представлена зависимость контрастности  $K$  от числа воздействующих на элемент импульсов полувыборки  $N$ . При увеличении  $N$  величина  $K$  значительно уменьшается. Так, если при  $N = 0$  контрастность составляла около 5, то при  $N = 100$  она снижается до 1,5.

При введении второй пластины ЦТСЛ измерения повторялись в той же последовательности, однако при записи информации и при подаче импульсов полувыборки их амплитуда на второй пластине была меньше, чем на первой, что необходимо для выполнения перевода поляризации материала второй пластины в состояние  $0 < P < P_R$  при переключении элемента в положение «0». Наблюдалось значительно меньшее снижение контрастности в результате воздействия импульсов полувыборки, что видно из рис. 2 (кривая 2). При этом наилучшие результаты получены, когда отношение амплитуд импульсов на первой и второй пластинах составляет около 1,3.

Таким образом, предложенный метод позволяет в несколько раз повысить контрастность в ЭУТ на основе эффекта ЭКР. Оценка других параметров устройств показывает, что, например, быстроедействие при переключении элементов может достигать величины  $\approx 1$  мкс, для чего требуется, однако, значительное увеличение управляющих напряжений (при заданной толщине пластин ЦТСЛ) [4]. Известно также [5], что контрастность может быть значительно увеличена при увеличении толщины пластин, но это также требует пропорционального увеличения управляющих напряжений. Что же касается наиболее оптимальной величины размеров элементов ЭУТ, то зависимость контрастности от степени однородности электрического поля в области переключаемого элемента приводит к соблюдению условия, при котором размер элемента должен быть не меньше толщины пластины ЦТСЛ [6].

Автор выражает благодарность В. А. Жаботинскому за предоставленные образцы ЦТСЛ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Smith W. D., Land C. E. Scattering-mode ferroelectric-photoconductor image storage and display devices.— Appl. Phys. Lett., 1972, v. 20, N 4, p. 169.
2. Drake M. D. PLZT matrix-type block data composers.— Appl. Opt., 1974, v. 13, N 2, p. 347.
3. А. с. 805239 (СССР). Управляемый транспарант/Б. В. Ульянов, Э. М. Яшин, В. А. Жаботинский.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 6.
4. Ready J. F., Brinda R. J. Switching speed of electrically controlled scattering in PLZT.— J. Appl. Phys., 1973, v. 44, N 11, p. 5185.
5. Pat. 3. 702.724 (USA). Ferroelectric ceramic plate electrooptical light scattering device and method/C. E. Land, W. D. Smith.— Publ. 14. XI, 72.
6. Ульянов Б. В., Черис И. Л. Расчет краевого поля в оптоэлектронных устройствах на основе керамики ЦТСЛ.— Автометрия, 1981, № 3.

Поступила в редакцию 5 января 1984 г.

УДК 535.24 : 534

В. И. ЕФАНОВ, Е. С. КОВАЛЕНКО

(Томск)

### ДВУМЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ СВЕТА ВОЛНОВОДНЫМИ АКУСТИЧЕСКИМИ МОДАМИ ПЛАСТИНЫ

Основной задачей при разработке акустооптических (АО) дефлекторов и АО-устройств ввода радиосигналов в системы оптической обработки информации является получение высокой разрешающей способности, увеличение которой достигается в основном применением звукопроводов больших размеров с малой скоростью звука. При этом число разрешимых элементов  $N$ , как правило, не превышает  $10^3$ , что явно недостаточно, например, для обработки радиосигналов с большой базой.

В акустоэлектронных устройствах нашли применение нормальные волны (в частности, волны Лэмба), распространяющиеся в пластинах [1]. Возможность использования дисперсии нормальных волн в АО-устройствах была впервые рассмотрена в [2]. Однако выбранная геометрия АО-взаимодействия и одновременное возбуждение мод нескольких порядков не позволили получить практических результатов, необходимых для создания АО-устройств с высокой разрешающей способностью.

При исследовании дифракции света на акустических модах высших порядков, распространяющихся в

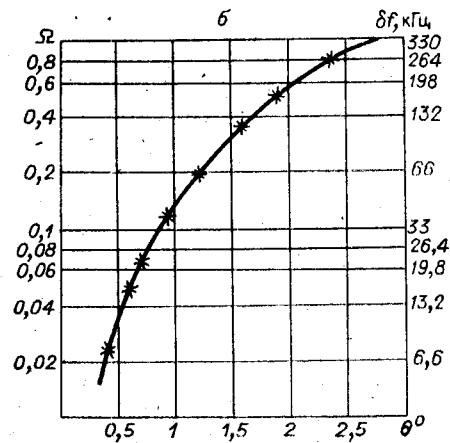
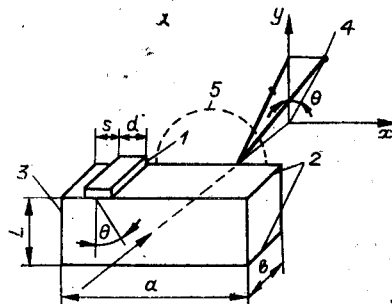


Рис. 1. Волноводный АОМ:

$a$  — геометрия акустооптического взаимодействия,  $b$  — зависимость разрешающей способности от угла  $\theta$ : 1 — преобразователь радиосигнала в акустический, 2 — базисные плоскости пластины, 3 — грань, перпендикулярная базисным плоскостям, 4 — дифракционный максимум, 5 — линза.