

реализованы одновременно, если имеются в наличии все три ЦФП, или последовательно — в два такта, если есть пара ЦФП — прямой и обратный, и, наконец, с помощью одного ЦФП ($A \rightarrow \mathcal{E}$) — тогда каждая операция ($\mathcal{E} \rightarrow A$) потребует несколько более длительного времени, а само управление — специальной, хотя и несложной, организации.

Наличие ЦФП, осуществляющих поворот вектора, открывает новые возможности перед специализированными вычислителями, предназначенными для решения трансцендентных уравнений или для дискретного спектрального анализа, осуществляемого с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье.

На основе рассматриваемых устройств могут быть также созданы операционные узлы перспективных вычислительных машин, сочетающих программные и аппаратные методы обработки.

Эффективность использования ЦФП будет тем выше, чем сложнее функциональное преобразование, которое он осуществляет, поскольку сложность ЦФП не зависит от вида преобразования.

Поступила в редакцию 27 апреля 1973 г.

УДК 681.327.02+621.378.9

**А. А. ВАСИЛЬЕВ, И. Н. КОМПАНЕЦ,
В. В. НИКИТИН, Л. В. ТАРАСОВ**
(Москва)

УПРАВЛЯЕМЫЙ ТРАНСПАРАНТ НА ЖИДКОМ КРИСТАЛЛЕ С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ЭЛЕМЕНТОВ

Повышение производительности современных вычислительных систем немислимо без широкого применения в них методов оптической обработки информации и когерентных источников света. Представление в оптическом виде информации, вводимой в систему в форме электрических сигналов, можно осуществлять с помощью матричного переключающего устройства — управляемого транспаранта. В [1] для записи голограмм использовался управляемый транспарант на жидком кристалле, имеющий плотность элементов 400 1/см^2 . Обладая выгодной энергетикой и хорошей контрастной характеристикой, такой транспарант мог обеспечить ввод двумерного массива информации со скоростью 50 кадров (голограмм) в секунду. В [2] удалось уменьшить время включения и выключения используемого эффекта рассеяния света в кристалле.

Увеличение скорости ввода данных зависит также от числа элементов транспаранта, т. е. от числа параллельных каналов, осуществляющих преобразование электрических сигналов в оптические. С учетом сложности электрической коммутации (обычно последовательно-параллельной) наиболее приемлемыми являются транспаранты на 10^4 элементов («страница»). Повышение плотности элементов транспаранта на жидком кристалле, необходимое для уменьшения его размеров, может вызывать, однако, нежелательную взаимосвязь элементов, проявляющуюся в снижении контрастной характеристики оптического отклика.

В данной работе обсуждаются электрические и оптические характеристики управляемого транспаранта на жидком кристалле с плотностью

элементов 1250 1/см^2 , работающего в режиме сокращения времени переключения.

Конструктивно управляемый транспарант состоял из стеклометаллической шайбы и стеклянной пластинки с прозрачной токопроводящей пленкой, между которыми натеканием создавался слой жидкого кристалла — этоксифенил-азофенил-гексаноата [1]. Полированные отражающие электроды стеклометаллической шайбы (элементарные ячейки транспаранта) имели диаметр 150 мкм , а расстояние между ними было 300 мкм . Клиновидная форма слоя жидкого кристалла, созданная с помощью изолирующих прокладок, позволяла снимать электрические характеристики отдельных элементов управляемого транспаранта при различных толщинах слоя (от 0 до 15 мкм).

Управляющее напряжение на электродах транспаранта формировалось с помощью электрической схемы, описанной в [2]. Амплитуда импульсов, включающих рассеяние, а также синусоидального напряжения, сокращающего время релаксации рассеяния, составляла $120\text{—}130 \text{ В}$. В данном режиме переключения при частоте синусоидального напряжения $f=40 \text{ кГц}$, длительности импульса $\tau_a=0,3 \text{ мс}$ и коэффициенте контрастности (глубине модуляции) $0,75$ максимальная частота переключения достигала при толщине слоя 15 мкм 160 Гц , а при толщине в 5 мкм — 1300 Гц .

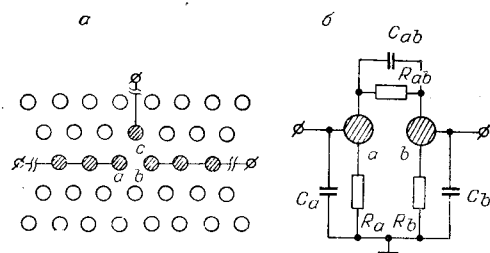


Рис. 1. Расположение (а) и упрощенная эквивалентная электрическая схема (б) взаимодействующих электродов транспаранта.

Для изучения взаимного влияния элементов транспаранта из электродов планшайбы были выделены две полоски, в которых электроды были соединены по схеме, показанной на рис. 1, а.

В области электродов a , b и c толщина слоя жидкого кристалла составляла около 10 мкм . Упрощенная эквивалентная электрическая схема этого участка изображена на рис. 1, б, где R_i и C_i — соответственно сопротивления и емкости электрических цепочек для двух соседних элементов транспаранта.

На рис. 2 показаны частотные зависимости пороговых напряжений возникновения светового рассеяния на электродах a и b и передачи электрического (и оптического) сигнала с a на электроды b , c . Кривые 1 и 4 характеризуют напряжения, необходимые для возникновения рассеяния на подключаемых к генератору электродах. Вследствие эквивалентности данных электродов обе кривые практически совпадают.

Кривая 2 описывает ход частотной зависимости напряжения на электроде a , соответствующего порогу рассеяния на электроде b . Снижение U_a^a (порог b) с уменьшением частоты до критической $f_{кр}$ [2, 3] носит общий ха-

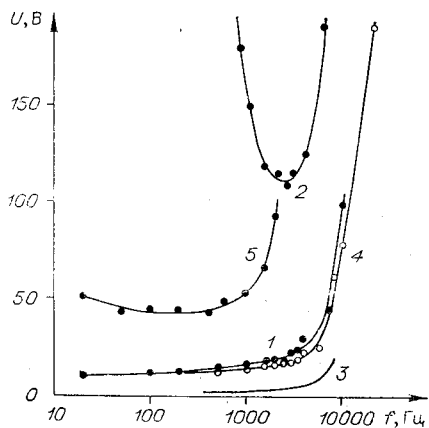


Рис. 2. Зависимости пороговых напряжений возникновения и передачи светового рассеяния для соседних элементов (a , b и c) транспаранта от частоты синусоидального поля:

1 — U_a^a (порог a); 2 — U_a^a (порог b); 3 — U_a^b (порог b); 4 — U_b^b (порог b); 5 — U_a^a (порог c); верхний индекс соответствует элементу, на котором фиксируется напряжение, нижний — на который подается напряжение.

рактически, а последующий рост обязан параметрам электрической схемы. Согласно эквивалентной схеме исследуемого участка (см. рис. 1, б), напряжение, передаваемое на электрод b , должно уменьшаться с уменьшением частоты, так как $R_{ab} \gg R_i$ и $C_{ab} \ll C_i$ с учетом геометрии слоя жидкого кристалла. Поскольку значение U_a^b (порог b) — см. кривую 3 — практически не меняется с частотой в области $f < f_{кр}$, то напряжение на электроде a (кривая 2) сильно растет с уменьшением частоты.

Из кривой 3 видно, что при подаче напряжения на a рассеяние на электроде b возникает при величинах напряжения, фиксируемых на b , примерно в 10 раз меньших, чем пороговые (сравниваем с кривой 4). Это свидетельствует о том, что причиной возникновения рассеяния на электроде b является не только наличие электрического напряжения на нем, но и непосредственное воздействие соседнего участка слоя жидкого кристалла, находящегося в состоянии электрогидродинамического течения [3]. Это воздействие может проявляться, например, как вовлечение соседних областей в движение вследствие упругости и вязкости жидкого кристалла и как диффузия ионов. Непосредственная передача электрического напряжения на соседний электрод при этом способствует созданию на нем «подпорогового» режима и более быстрому вовлечению соседней области слоя в турбулентное движение. Взаимодействие более сильно проявляется на низких частотах переменного напряжения, меньших критической частоты $f_{кр}$, равной для данного кристалла 2200 Гц.

Рассеяние на электроде c (кривая 5) при низких частотах в отличие от b возникло при меньших значениях напряжения на электроде a , поскольку c не шунтировался сопротивлениями и емкостями присоединенных электродов. Например, напряжение U_a^c (порог c) составляло всего 50 В на частоте 20 Гц, а на промежуточном участке между электродами a и c при тех же условиях рассеяние возникало при $U_a = 25$ В. Тем не менее поведение кривых 2 и 3 свидетельствует о том, что включение рассеяния на соседних электродах не достигается, если величина передаваемого напряжения меньше порогового значения, так же как и в том случае, когда этот электрод замкнут на землю.

Рассмотрение стационарной передачи на низких частотах имело целью оценить взаимодействие соседних элементов в худших условиях работы транспаранта. Непосредственные измерения показали, что в

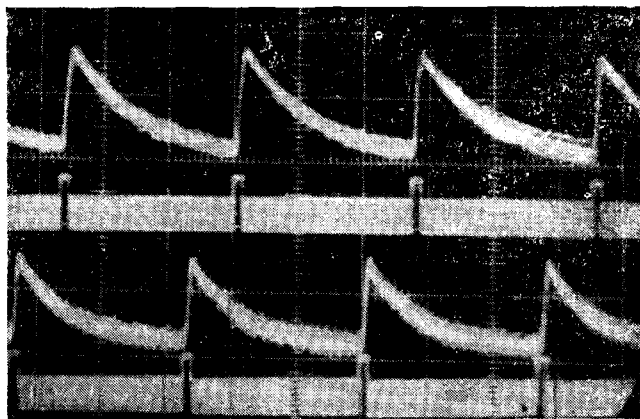


Рис. 3. Оциллограмма световых и электрических сигналов для соседних элементов транспаранта:

первый луч (снизу) — напряжение на элементе a ; второй луч — световой отклик на элементе a ; третий луч — напряжение на элементе b ; верхний луч — световой отклик на элементе b ; масштаб по вертикали 20 В/дел., по горизонтали 40 мкс/дел., частота переменного поля 20 кГц.

рабочем режиме переключения транспаранта ($f \sim 40$ кГц, $\tau_n = 0,3$ мс) коэффициент передачи напряжения с электрода a на электрод b равен приблизительно 0,05, а постоянная времени цепи передачи около 100 мкс. Из сравнения кривых 2 и 5 в рабочей области частот транспаранта видно, что коэффициенты передачи напряжения для электродов b и c близки. В связи с этим в рабочем режиме переключения электрода a передача рассеяния на электроды b и c не наблюдалась. Рис. 3 иллюстрирует независимость переключения электрорассеяния на электродах a и b .

В заключение авторы выражают благодарность А. Г. Беседину за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Компанец, В. Н. Морозов, В. В. Никитин, Л. М. Блинов. Управляемый транспарант на жидком кристалле для записи голограмм.— В сб. «Квантовая электроника», № 3 (9). М., «Советское радио», 1972.
2. А. А. Васильев, И. Н. Компанец, В. В. Никитин. Сокращение времени переключения оптического транспаранта на жидком кристалле.— В сб. «Квантовая электроника», № 3 (9). М., «Советское радио», 1972.
3. Orsay Liquid Cristal group.— Phys. Rev. Lett., 1970, v. 25, № 24.
4. С. А. Пикин. Турбулентное течение жидких кристаллов в электрическом поле.— ЖЭТФ, 1972, т. 63, № 3 (9).

Поступила в редакцию 19 марта 1973 г.

© «Автометрия», 1974.

УДК 681.327.02+621.378.9

Б. СТАДНИК, М. ХОМАТ, Ф. ХОФФ

(Прага)

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ*

Известно, что в число перспективных материалов для голографической записи входят как монокристаллические, так и аморфные вещества, главным образом тонкие пленки. Среди монокристаллов большое внимание уделяют фотохромным материалам и щелочно-галоидным кристаллам с центрами окраски. Среди тонких пленок перспективны пленки на основе аморфных полупроводников. В этой статье речь пойдет о результатах исследований материалов, применяемых для хранения информации.

Щелочно-галоидные кристаллы. Для записи и хранения информации в виде голограмм и фотографий в щелочно-галоидных кристаллах используются физические явления, основанные на обработке центров окраски [1]. Кроме способов образования F -центров и V -центров в кристалле при помощи коротковолнового излучения, отбеливания F -центров светом соответствующей длины волны и переориентировки анизотропных Ma -центров [2] и Fa -центров [3], можно пользоваться конверсией F -центров, полученных аддитивным путем, в X -центры при когерентном освещении.

Мы сосредоточили внимание именно на этом методе записи информации. Запись осуществляется светом гелий-неонового лазера ($\lambda = 0,63$ мкм); причем наиболее подходящими для этих целей оказались

* Материал доложен на 5-й Всесоюзной школе по физическим основам голографии, проходившей с 29 января по 3 февраля 1973 года в г. Новосибирске.