

ными модами в плоскости волноводной структуры, но «тонкой» при считывании модами различного порядка. Причем, как было показано на примере  $\Delta\lambda$ , модовую селективность можно изменять в широких пределах, варьируя  $\Delta\lambda$  и  $\beta$ . ДЭ сформированных ФГ составляла 3—10% и может быть увеличена до 30—40% путем гофрирования поверхности волновода с помощью селективного травления [7].

ФГ могут быть использованы для последовательной и параллельной обработки информации. Последовательная ООИ может быть осуществлена путем последовательного взаимодействия мод с ВГ, расположенными вдоль траектории считывающего пучка и взаимодействующими с модами, начиная с последней. Параллельная же ООИ ряда мод на одной ВГ обеспечивается широким диапазоном  $\Delta\phi$ . Однако при параллельной обработке возможны перекрестные помехи, возникающие вследствие перекрытия каналов обработки информации (мод). Перекрестные помехи не превышали, по крайней мере, величины 30 дБ.

Таким образом, в данной работе рассмотрены избирательные свойства ВГ, сформированных внешними пучками, и отмечены возможности реализации последовательной и параллельной ООИ на основе ВГ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Vahey D. W., Verber C. M., Kenan R. P. Development of an integrated optics multi-channel data processor.— SPIE, 1978, v. 139, p. 151.
2. Chen J. Wave Bragg modulators for wideband integrated optic communications and signal processing.— IEEE Trans. and Circuits and Systems, 1979, v. 26, p. 1072.
3. Булатов Е. Д., Григорьев Ю. В., Колмыков И. В. и др. Применение волоконно-оптических линий связи и элементов интегральной оптики в вычислительных комплексах и сетях.— М., 1981.— (Препринт/АН СССР, ФИАН; 18).
4. Быковский Ю. А., Бородакий Ю. В., Миронос А. В., Смирнов В. Л. О возможности создания волноводных оптических процессоров на основе пленок ХСП.— Письма в ЖТФ, 1984, т. 10, № 12.
5. Suhara T., Nishihara H., Koyama J. Waveguide holograms: a new approach to hologram integration.— Opt. Commun., 1976, v. 19, p. 353.
6. Гальперн А. Д., Парамонов А. А. О влиянии условия записи и восстановления на угловую селективность голограмм.— Опт. и спектр., 1983, т. 55, с. 910.
7. Быковский Ю. А., Миронос А. В., Смирнов В. Л., Солдатов В. И. Использование селективности растворения пленок халькогенидных стеклообразных полупроводников для формирования пассивных элементов интегральной оптики.— Квант. электроника, 1985, т. 12, № 6.
8. Shamir J. Optical parameters of partially transmitting thin films. 2: Experiment and further analysis of a novel method for their determination.— Appl. Opt., 1976, v. 15, p. 120.

Поступило в редакцию 8 июля 1985 г.

УДК 621.373.826 : 621.376

А. А. АВЕТИСЯН, В. И. МИРГОРОДСКИЙ

(Москва)

## ПРИМЕНЕНИЕ УЕДИНЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ МОДУЛЯЦИИ СВЕТА

Как известно [1], быстродействие акустооптических модуляторов ограничивается трудностями обеспечения синхронизма акустооптического взаимодействия с сильно сфокусированными пучками оптического излучения, что выражается в достаточно быстром росте управляющей мощности при увеличении быстродействия  $P_{упр} \sim \tau^{-2}$  [1]. Предлагаемое сообщение посвящено исследованию возможности преодоления этих трудностей путем использования для импульсной модуляции света не цугов акустических волн, как обычно, а уединенных акустических импульсов (видеоимпульсов), представляющих собой как бы один полупериод волны. Целесообразность такой замены следует из того, что максимальная частота спектра видеоимпульсов меньше примерно в  $2N$  раз, чем для цугов волн той же длительности, состоящих из  $N$  периодов (обычно в акустооптических модуляторах используют цуги с  $N \geq 4$ ) [1]. Таким образом, при той же длительности акустический видеоимпульс имеет в  $2N$  раз большую дифракционную расходимость, чем акустический цуг из  $N$  периодов волны. Следовательно, длина акустооптического взаимодействия при использовании видеоимпульсов может быть увеличена по сравнению с традиционным случаем в  $2N$  раз, что, как известно [1], приводит к соответствующему уменьшению мощности управления также в  $2N$  раз, т. е. примерно в 8 раз. Поскольку предельное быстродействие модуляторов ограничивается допустимыми значениями управляющей мощности [1], то можно предположить, что использование акустических видеоимпульсов позволит увеличить предельное быстродействие модуляторов примерно в  $\sqrt{2N}$  раз, т. е. примерно в 3 раза.

Следует отметить, что из-за отсутствия в акустооптическом видеоимпульсе периодической структуры невозможно использовать предлагаемые модуляторы по такой же схеме, как обычные акустооптические, в которых происходит отклонение выходящего излучения на угол дифракции. По-видимому, наиболее приемлемой является схема, обычно применяемая с электрооптическими и упругооптическими модуляторами [2], где амплитудная модуляция связана с изменением поляризации света на выходе кристалла за счет искусственной оптической анизотропии, наведенной внешним электрическим полем или механической деформацией. Схема состоит из двух скрещенных поляризаторов и управляемого элемента (электрооптического или упругооптического) между ними, расположенных на пути модулируемого оптического луча [2].

Такая схема включения акустооптического модулятора, как показывает анализ, проще в настройке и стабильнее при работе, чем традиционная (с использованием дифракции света) поскольку ни скорость звука ни его частота уже не зависят от соотношения оптической анизотропии.

Применение акустических видеоимпульсов требует использования также специальных способов их эффективного возбуждения, которые освещены, в частности, в [3, 4]. В этих работах отмечается, что при возбуждении акустических видеоимпульсов пластинчатыми пьезопреобразователями длительность излучаемого импульса равна времени пролета звуком толщины пластины, а для возбуждения необходимо использовать напряжение ступенчатой формы с длительностью фронта, меньшей или порядка длительности возбуждаемого акустического импульса.

Для проверки вышеизложенного, а также возможности практической реализации предлагаемого устройства были изготовлены два макета модуляторов, предназначенные для модуляции света импульсами длительностью 21 и 7 нс. В качестве материала светозвукопровода выбирался фосфид галлия. Акустические импульсы распространялись вдоль направления [110], свет — вдоль [001] с поляризацией, направленной под углом  $45^\circ$  к направлению распространения звука. Для возбуждения импульсов использовались пластинчатые пьезопреобразователи из ниобата лития  $Y + 36^\circ$  среза толщиной 145 и 45 мкм в первом и втором вариантах соответственно. Высота акустического пучка в обоих модуляторах выбиралась из соображений удобства настройки, равной 1,5 мм. Длина акустооптического взаимодействия составляла в первом макете 10 мм, а во втором — 4 мм. Возбуждение преобразователей осуществлялось от транзисторного генератора, работающего в лавинном режиме, размещенного непосредственно у преобразователей [4], который обеспечивал амплитуду ступенек до 650 В с длительностью фронта около 4 нс.

Испытания показали, что предельная эффективность 90% для модулятора первого типа достигалась при величине возбуждающей ступеньки около 250 В. Зависимость от времени интенсивности света после модулятора представлена на рис. 1. Для уменьшения следующих за основным импульсом колебаний, как и в работе [4], параллельно пьезопреобразователю подключался разомкнутый отрезок коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 150 Ом и длиной, подбираемой по минимуму паразитных колебаний. Без такой коррекции следующие за основным импульсом колебания достигали величины до 30% от основных.

Аналогичная картина наблюдалась при испытаниях модулятора второго типа (рис. 2), где попытки коррекции с помощью кабеля были менее успешны, из-за чего паразитные колебания составили 25% от величины основных. Максимальная эффективность модуляции 75% достигалась при величине возбуждающей ступеньки около 600 В.

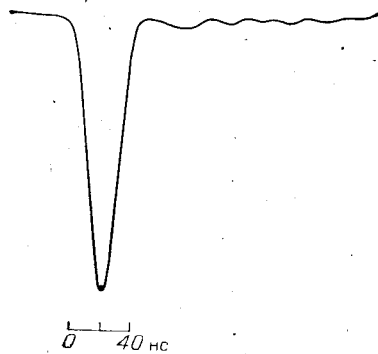


Рис. 1

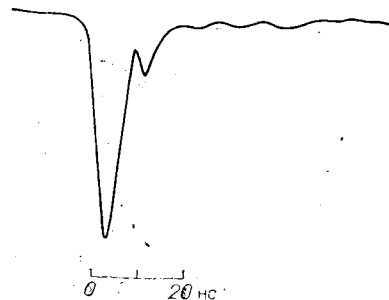


Рис. 2

Измерения коэффициента контрастности модуляторов показали, что в среднем паразитное просачивание излучения через модулятор равно примерно 1% от падающей мощности, однако на отдельных образцах светозвукопроводов из фосфида галлия это просачивание оказалось менее чем 0,1%.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о работоспособности предлагаемого модулятора. По сравнению с модулятором на основе халькогенидного стекла [1] более высокое быстродействие получено при больших значениях длины взаимодействия (разумеется, с учетом разных значений скорости звука и показателя преломления халькогенидного стекла и фосфида галлия). Это подтверждает сделанное ранее предположение о более высокой потенциальной эффективности предложенного модулятора по сравнению с традиционным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Maydan D. Acoustooptical pulse modulators.—IEEE J. Quant. Electron, 1970, v. QE-6, N 1, p. 15—24.
2. Мустель Е. Р., Парыгин В. Н. Методы модуляции и сканирования света.— М.: Наука, 1970.
3. Домаркас В., Кажис Р.-И. Об электрической коррекции переходных процессов ультразвуковых пьезопреобразователей.— Ультразвук, 1971, № 3. (Научн. тр. вузов Лит. ССР).
4. Королев М. В., Карпельсон А. Е. Широкополосные ультразвуковые пьезопреобразователи.— М.: Машиностроение, 1982.

*Поступило в редакцию 22 июля 1985 г.*