

Н. С. БЕЛОКРИНИЦКИЙ, А. В. ГНАТОВСКИЙ, М. В. ДАНИЛЕЙКО,
В. П. ЗАХАРОВ, М. Т. ШПАК

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИИ НА АМОРФНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНКАХ

(Представлено академиком Б. Е. Патоном 22 V 1972)

Успешное развитие оптических методов записи и обработки информации во многом будет определяться информационной емкостью запоминающих устройств, быстродействием, возможностью многоканального ввода и вывода данных и т. д. Все эти требования стимулируют поиск и разработку новых веществ для использования их в системах когерентной оптики и голографии. В настоящей работе сообщается об использовании эффекта локального изменения структурных и оптических характеристик ⁽¹⁾ широкого класса полупроводниковых соединений (InSb, InSe, InTe, GaTe, GeTe, Te).

Ранее сообщалось ⁽²⁾, что в пленках GeTe под действием мощных световых импульсов наблюдается рост кристаллитов, сопровождающийся изменением физических и оптических свойств соединения. Мы исследовали спектры отражения и пропускания указанных выше соединений в аморфной и кристаллической фазе. Спектры записывались на двухлучевом спектрометре Sp 700 фирмы «Unicum» в области 0,3–2,5 μ .

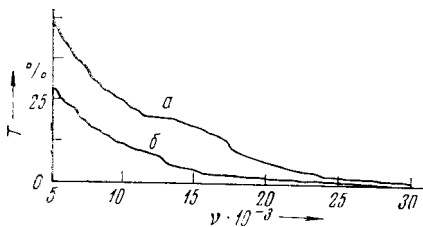


Рис. 1. Спектр пропускания GeTe. *a* — в аморфной, *b* — в кристаллической фазе

Для различных фаз величины коэффициентов отражения и пропускания существенно отличаются, и их в значительной мере можно изменить толщиной напыленного слоя. Особенно интерес представляют спектраль-

ные характеристики GeTe. Типичная спектрограмма для образца GeTe в области 0,3–2,0 μ приведена на рис. 1. В работе ⁽³⁾ различие коэффициентов отражения для различных фаз в GeTe наблюдалось и в дальней и.-к. области спектра в диапазоне 5–300 μ . Такое различие можно связать с изменением характера кристаллических связей в образце при кристаллизации ⁽²⁾. Для других веществ изменение пропускания возможно и за счет укрупнения зерен кристаллитов, что necessarily сопровождается изменением характера межатомных связей.

Возникающие различия оптических характеристик участков пленок, находившихся в узлах и пучностях действия светового поля при интерференции двух пучков, могут быть использованы для записи штрихов голографической решетки в широком спектральном диапазоне.

Для записи голограммы использовалась оптическая схема, показанная на рис. 2. Объектами служили амплитудные транспаранты площадью от 2 × 2 мм² до 15 × 15 мм². Запись осуществлялась при освещении объекта непосредственно лазерным лучом и диффузно рассеивающим свет матовым стеклом. Источниками записи служили неодимовый и рубиновый ОКГ в режимах свободной генерации, гигантского импульса и серии гигантских импульсов. Проведенные калориметром ИКТ-1 измерения энергии записыва-

взающих пучков показали, что для записи голограммы в режиме гигантского импульса достаточно энергия $\sim 5 \cdot 10^{-4}$ Дж/мм². Время записи голограммы в этом режиме составляло ~ 50 нсек. Голограммы объектов записывались при углах схождения интерферирующих пучков, достигавших 50°. Кроме того, на всех указанных соединениях были записаны голограммы поля излуче-

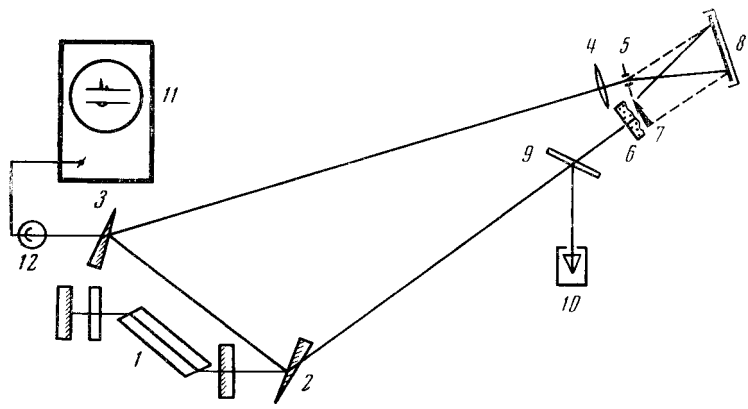


Рис. 2. Схема записи голограммы: 1 — ОКГ, лазер с модуляцией добротности; 2, 3 — расщепительное и поворотное зеркала на клиновидных подложках; 4, 5 — линза и диафрагма, формирующие опорный пучок; 6 — рассеиватель (матовое стекло); 7 — транспарант; 8 — голограмма. Часть энергии пластиной 9 направляется на калориметр ИКТ-1 (10). 11 — осциллограф ОК-17М; 12 — фотоприемник

ния ОКГ (4) при углах схождения пучков, обеспечивающих пространственную частоту выше 1100 лин/мм. Восстановление изображений осуществлялось лазером ЛГ-126 излучением с длиной волны 0,63 м и 1,15 м К.п.д. голограммы на этих частотах $\eta \approx I_0 / I_1$ составлял 1–3%. Фотографии некоторых из полученных изображений приведены на рис. 3. Были получены голографические изображения полутонных объектов, что указывает на наличие некоторого динамического диапазона у ряда исследованных носителей, который может быть связан как с различием показателей преломления соединений в различных фазах, так и с характером поглощения и рассеяния света штрихами решетки при различных энергиях.

Остановимся на механизме образования дифракционного штриха голограммы. Исследования на электронном и оптическом микроскопах показали, что размер зерен в аморфной пленке составляет $\sim 10\text{--}15$ Å. При взаимодействии с излучением, энергия которого превышает некоторую пороговую величину, в местах пучности поля начинается кристаллизация, сопровождающаяся ростом кристаллитов.



Рис. 3. а — транспаранты, использованные для записи голограмм; б — восстановление изображения этих же объектов; запись производилась рубиновым ОКГ в режиме свободной генерации (I) и неодимовым ОКГ в режиме гигантского импульса (II)

Исследования участков такой решетки, проведенные на растровом электронном микроскопе в режиме сканирования по линии, показали значительное различие в эмиссионной способности узлов и пучностей голограммы. Полученный график носит характер периодических трапецевидных выбросов с седловидной вершиной. При дальнейшем увеличении энергии излучения ОКГ в несколько раз начинается частичное плавление и испарение вещества пленок, а в местах узлов поля также отмечается появление кристаллитов.

Важным достоинством данного класса соединений является прямое получение голограммы, не требующее ее последующей обработки. Это свойство, наряду с большой скоростью записи, может оказаться полезным при

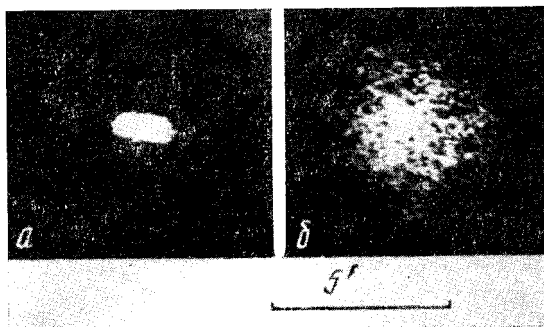


Рис. 4. *a* — предельно достижимые угловые размеры автокорреляционного пика в случае тождественного распределения фазы в поле излучения ОКГ при записи и восстановлении голограммы; *б* — случай нестационарного распределения фазы за счет нагрева активного элемента

использовании таких носителей в некоторых системах распознавания образов и голографической интерферометрии.

Нами были проведены опыты по оценке стационарности распределения энергии в поле излучения неодимового ОКГ в режиме гигантского импульса. Схема опытов была аналогична использованной для уменьшения расходимости лазерного излучения голографическим методом (³). При такой схеме одно из восстановленных изображений имеет поле в дальней зоне, описываемое функцией взаимной корреляции пространственного спектра поля ОКГ в момент записи и в последующие моменты восстановления. В случае стационарности поля в центре картины должен наблюдаться резкий корреляционный пик (рис. 4*a*). На рис. 4*б* показана функция взаимной корреляции поля излучения ОКГ при недостаточно охлажденном состоянии активной среды.

Использование аморфных полупроводниковых пленок на стеклянной подложке хорошего оптического качества позволило исключить все искажения, связанные с перемещением и деформацией голограммы, неизбежно возникающими при ее обработке.

Таким образом, характеристики рассмотренного класса носителей — скорость записи, большая информационная емкость, возможность использования в широком спектральном диапазоне, отсутствие последующей обработки — позволяют считать их весьма перспективными в различных системах записи и обработки оптической информации.

Авторы выражают благодарность В. Н. Павлюку за проведение экспериментов.

Институт электросварки им. Е. О. Патона
Академии наук УССР
Киев

Поступило
15 V 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. С. Белокриницкий, А. В. Гнатовский и др., Письма в ЖЭТФ, 15, 4, 198 (1972). ² В. П. Захаров, В. И. Залива, Кристаллография, 17, 198 (1972). ³ S. K. Vahl, K. L. Chorga, J. Appl. Phys., 40, № 12, 4940 (1968). ⁴ М. Д. Бондаренко, А. В. Гнатовский, М. С. Соскин, УФЖ, 14, № 2 (1969). ⁵ М. Д. Бондаренко, А. В. Гнатовский, М. С. Соскин, ДАН, 187, 538 (1969).