

(кривая 2), полученные с экрана запоминающего осциллографа. Видно, что при включении системы активной стабилизации происходит существенное уменьшение величины случайных флуктуаций измеряемого сигнала и повышение дифракционной эффективности первичной голографической структуры λ_a . При этом минимальная измеренная величина λ_a составила 10^{-8} .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Frejlich J., Cescato L., Mendes G.F. // Appl. Opt. 1988. V. 27. N 10. P. 1967-1976.
- [2] Meyerhofer D. // Appl. Opt. 1971. V. 10. N 2. P. 416-421.
- [3] Баженов В.Ю., Бурькин Н.М., Васнецов М.В., Соскин М.С., Тараненко // Украинский физический журнал. 1982. Т. 27. № 12. С. 1018-1022.
- [4] Newell J.C., Solyman L., Ward A.A. // Appl. Opt. 1985. V. 24. N 24. P. 4460-4466.
- [5] Kogelnik H. // Bell Syst. Tech. J. 1969. V. 48. N 9. P. 2909-2947.

Поступило в Редакцию
10 апреля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 20

26 октября 1989 г.

06.2; 06.3; 07

ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ПЛЕНКАХ $As_2S_3<Al>C$
ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
НЕОДНОРОДНОСТЬЮ

И.И. Попович, О.В. Лукша,
И.М. Миголинец, В.П. Иваницкий,
И.П. Шаркань, И.Д. Туряница

Применение различных методов получения аморфных пленок калькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП) и стимулированной диффузии в пленочных системах „металл ХСП“ представляет существенно больше возможностей для структурно-химического модифицирования материала по сравнению со способами введения металлов в состав стекол при закалке их из расплавов. Среди ХСП алюминий является малоизученным модификатором [1]. В то

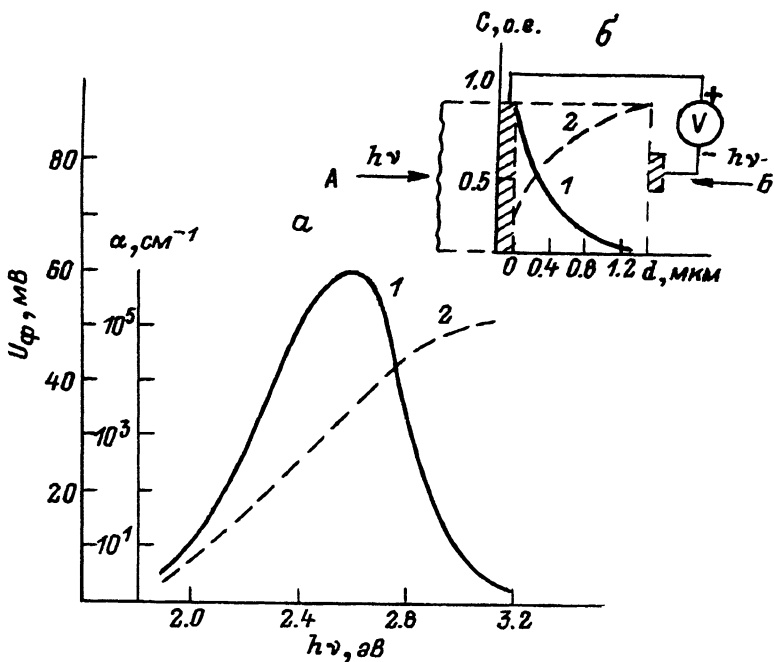


Рис. 1, а — спектральная зависимость фотоэдс (1) в z -неоднородной пленке $As_2S_3\langle Al \rangle$ и край оптического поглощения пленки As_2S_3 (2), б — схема сэндвич-структуры $Al - As_2S_3\langle Al \rangle - Al$ с расчетным распределением содержания Al (1) и As_2S_3 (2) по толщине слоя.

же время напыленные слои Al часто используются в качестве контактов к пленкам ХСП, а на межфазной границе раздела в пленочной сэндвич-структуре $Al - As_2S_3 - Al$ наблюдались электродные явления [2, 3] с возникновением темновой ЭДС, объясненной химическим взаимодействием Al с адсорбированной водой.

В настоящем сообщении впервые приведены результаты обнаружения фотоэнергетических свойств в неоднородных пленках $As_2S_3\langle Al \rangle$ с заданным распределением концентрации металла по толщине.

Для создания неоднородных пленок $As_2S_3\langle Al \rangle$ использовалась технология совместного напыления, основанная на методе дискретного испарения.

Для получения воспроизводимого убывания содержания Al в пленке по толщине проводились расчеты параметров технологического процесса. Поток паров Al и As_2S_3 сравнивались при толщине пленки $\sim 2000 \text{ \AA}$. Расчетное распределение содержания Al и As_2S_3 в пленке по толщине приведено на рис. 1, б (см. вставку).

Для фотоэлектрических исследований на стеклянных подложках изготавливались сэндвич-структуры $Al - As_2S_3\langle Al \rangle - Al$ с полупрозрачным нижним электродом и верхним электродом в виде кружка, занимающего лишь часть площади пленки, что позволяло прово-

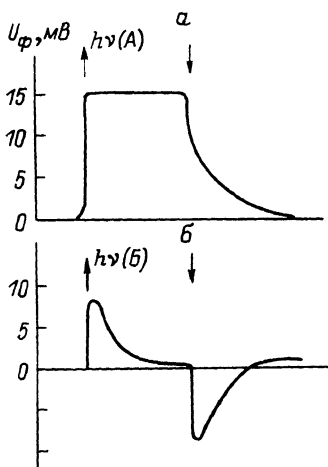


Рис. 2. Временные зависимости фото ЭДС в сэндвич-структуре $Al - As_2S_3 \langle Al \rangle - Al$ при включении и выключении света со стороны повышенной (а) и пониженной (б) концентраций Al .

дить засветку с обеих сторон структуры (рис. 1, б). Аналогичные сэндвич-структуры получали с использованием в качестве нижнего электрода слоя SrO_2 . Тонкие пленки для электронномикроскопических исследований ($d \leq \leq 800 \text{ \AA}$) получали в одном эксперименте на пяти последовательно сменяемых подложках.

Видимая в электронном микроскопе микроструктура распределенных по времени "срезов" пленки переменного состава $As_2S_3 \langle Al \rangle$ полностью соответствуют относительному уменьшению содержания Al в пленке, который в прилегающей к подложке области участвует в формировании характерной микрокристаллической структуры с постепенным переходом с увеличением толщины к микрогетерогенной дисперсной и аморфной структуре.

Следовательно, полученная пленка представляет собой пространственно неоднородный слой, в котором химический, фазовый состав и структура неоднородностей изменяются по толщине. Пленки с таким заданным характером изменения пространственной неоднородности назовем Z -неоднородными.

Известно, что наличие потенциальных барьеров и внутренних электрических полей в неоднородных структурах создает условия для пространственного разделения носителей заряда, генерируемых в результате фотоактивного поглощения света. Поэтому представляло интерес исследовать полученные Z -неоднородные пленки в сэндвич-структуре $Al - As_2S_3 \langle Al \rangle - Al$ с целью получения фотовольтаического эффекта.

Одновременно аналогичные исследования проводились на сэндвич-структурах с равномерным распределением металла по толщине слоя (максимальное соотношение масс Al и As_2S_3 в исходных навесках в этом случае не превышало 1:10), а также в сэндвич-структурах с "чистой" пленкой As_2S_3 . Отметим, что Z -неоднородные пленки $As_2S_3 \langle Al \rangle$ отличаются от "чистых" слоев As_2S_3 уже тем, что удельное сопротивление их на 3-5 порядков ниже.

При освещении сэндвич-структуры $Al - As_2S_3 \langle Al \rangle - Al$ со стороны повышенной концентрации алюминия (сторона А) в ней обнаруживается фотоэдс, спектральная зависимость которой показана на рис. 1, а (кривая 1). При аналогичных условиях эксперимента в сэндвич-структуре с "чистой" пленкой As_2S_3 возникновения фотоэдс не наблюдалось.

На рис. 2 приведены временные зависимости возникающей фотоэдс при освещении сэндвич-структуры импульсом „белого” света поочередно с обеих сторон. Как видно из рис. 2, характер возникновения фотоэдс в указанных двух случаях имеет существенные различия. Свет, падающий со стороны повышенной концентрации металла, вызывает фотоэдс, величина которой пропорциональна световой интенсивности. Фотоэдс стабильна в течение всего времени воздействия света (рис. 2, а). Отметим, что после выключения освещения величина наведенной фотоэдс релаксирует за время, значительно превышающее длительность импульса света. При освещении со стороны с меньшей концентрацией металла зависимость фотоэдс от времени является производной от импульса воздействующего света (рис. 2, б).

В сэндвич-структурах $Al - As_2S_3 \langle Al \rangle - Al$ с равномерным распределением металла по толщине величина наводимой фотоэдс в аналогичных условиях исследования приблизительно на 2 порядка ниже по сравнению с Z -неоднородными слоями. Циклическая и временная стабильность возбуждаемой фотоэдс в сэндвич-структурах с Z -неоднородной пленкой достаточно высока, что свидетельствует и о структурной устойчивости изменяющейся по толщине пространственной неоднородности.

Полученные результаты позволяют считать, что пространственное распределение неоднородностей в пленке с непрерывным изменением по толщине их фазовых и структурно-химических характеристик является определяющим фактором фотоэнергетических свойств в слоях $As_2S_3 \langle Al \rangle$. КПД некоторых образцов пленочных структур на основе Z -неоднородных слоев $As_2S_3 \langle Al \rangle$ составляет 5-6%.

Подтверждением перспективности исследований в этом направлении является обнаружение фотоэнергетических свойств в Z -неоднородных структурах на основе ХСП системы $As - S$ с другими металлами, в частности In и Bi , а также Si .

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] M c H a r d y C.P., F i t z g e r a l d A.G., M o i r P.A., F l y n n M. // J. Phys. C: Sol. St. Phys. 1987. V. 20. P. 4055-4075.
- [2] Ц и у л я н у Д.И., Ч у м а к о в С.И., Г р и ш и н - ч у к Л.Б. // ФТП. 1983. Т. 17. В. 12. С. 2196-2198.
- [3] Ц и у л я н у Д.И., К о п о м е й к о Э.П., Б а - з и к Н.Г. // ФТП. 1983. Т. 17. В. 3. С. 491-493.

Ужгородский государственный университет

Поступило в Редакцию
1 июня 1989 г.