

Шириной и положением петли гистерезиса можно управлять, изменяя коэффициент обратной связи и подавая напряжение смещения на вход усилителя. Рис. 2, в иллюстрирует изменение ширины петли гистерезиса при увеличении напряжения смещения от  $-0,8$  до  $+1,6$  В.

Рассмотренное гибридное бистабильное устройство может работать в широком диапазоне интенсивностей излучения, имеет как прямой, так и инвертированный выходы и позволяет управлять уровнем переключающих сигналов.

### Л и т е р а т у р а

- [1] L u i g i A. L u g a t o. - Contemp. Phys., 1983, v. 24, N 4, p. 333-371.
- [2] O k a d a M. - Optics Comm., 1979, v. 28, N 3, p. 300-302.
- [3] H o n g - J u n Z., J i a n - H u a D., J u n - H u i Y., and C u n - H i u G. - Optics Comm., 1981, v. 38, N 1, p. 21-25.
- [4] Р у б а н о в А.С., С т а ш к е в и ч И.В., Ч а л е й А.В., Л а в р и н е н к о А.В. - Препринт № 495 ИФ АН БССР, Минск, 1988, 28 с.

Поступило в Редакцию  
20 июня 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 22

26 ноября 1988 г.

### НОВЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ НА ОСНОВЕ СЛОИСТЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ *InSe* и *GaSe*

М.В. Т о в а р н и ц к и й, В.К. Л у к ъ я н ю к,  
З.Д. К о в а л ю к, В.И. В и т к о в с к а я,  
С.Я. Г о л у б

Одним из направлений прикладных изысканий применительно к *InSe* и *GaSe* является создание на их основе фоточувствительных структур - барьеров Шотки [1] и гетеропереходов [2]. Для получения последних используются методы кристаллизации аморфных пленок на поверхности слоистого кристалла облучением мощным импульсным лазером [2], посадки на оптический контакт *InSe* и *GaSe* или создания структуры окисел-тонкий диэлектрик-*GaSe* путем термического окисления на воздухе подложки селенида галлия и последующего наращивания фронтального полупроводника  $In_2O_3:Sn$  [3]. В настоящей работе предложен новый способ создания фоточувствительных барьеров на основе *InSe* и *GaSe* и приведены некоторые фотоэлектрические характеристики полученных структур.

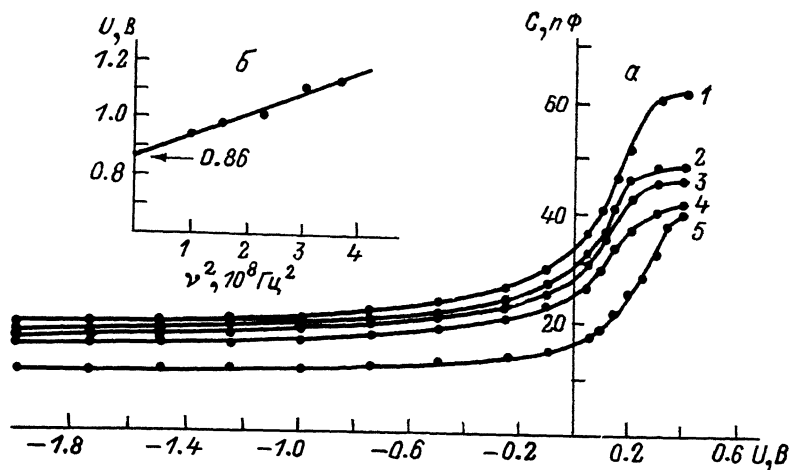


Рис. 1. Вольт-фарадные характеристики гетероперехода  $\text{InSe-ZnSe}$  а) при различных частотах ( $T=295 \text{ K}$ ): 1 - 10, 2 - 12.5, 3 - 15, 4 - 17.5, 5 - 19.1 кГц; б) частотная зависимость емкостного напряжения отсечки.

Для исследований использовались большие монокристаллические слитки селенидов индия и галлия, выращенные методом Бриджмена. Полученные монокристаллы обладали хорошей слоистостью, что позволяло путем скола по плоскостям спайности получать образцы заданной толщины с зеркальной поверхностью, не требующей дальнейшей обработки [4]. Помещенные в вакуумированную до остаточного давления  $\sim 10^{-5}$  Торр кварцевую ампулу образцы  $\text{InSe}$  и  $\text{GaSe}$  отжигались в парах  $\text{Zn}$  на протяжении нескольких часов при температуре  $\sim 400^\circ \text{C}$ . После такой процедуры их базовые поверхности приобретали темно-желтую окраску при сохранении неизменным цвета внутренней области. Рентгенографические исследования обработанных образцов, проведенные в  $\text{Fe-K}\alpha$  и  $\text{Fe-K}\beta$  излучениях с применением дебаевской камеры вращения на установке ИРИС-0, показали, что отжиг  $\text{InSe}$  и  $\text{GaSe}$  в парах  $\text{Zn}$  приводит к образованию на их поверхности фазы  $\text{ZnSe}$ , имеющей кубическую гранецентрированную ячейку с периодами  $a = 5.659 \pm 0.002 \text{ \AA}$  и  $a = 5.67 \text{ \AA}$  при формировании фазы на поверхностях  $\text{InSe}$  и  $\text{GaSe}$  соответственно (для монокристаллического  $\text{ZnSe}$   $a = 5.667 \text{ \AA}$  [5]). Изучение дифрактограмм полученных пленок  $\text{ZnSe}$  позволило заключить, что на поверхности  $\text{GaSe}$  образуется монокристаллический слой  $\text{ZnSe}$  с реализацией ориентационного соотношения  $(111)_{\text{ZnSe}} \parallel (001)_{\text{GaSe}}$ , в то время, как пленка  $\text{ZnSe}$  на поверхности  $\text{InSe}$  является поликристаллической текстурированной с ориентацией текстуры вдоль направления  $\langle 111 \rangle$ . В ходе экспериментов толщина пленки  $\text{ZnSe}$  оценивалась по интенсивностям рефлексов и было установлено, что ее можно варьировать в достаточно широ-

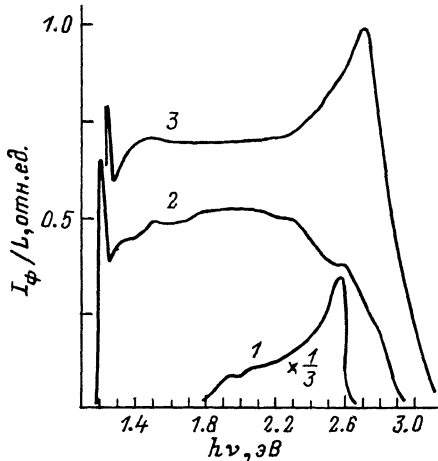


Рис. 2. Спектральные зависимости относительной квантовой эффективности гетероструктур *GaSe-ZnSe* (1) и *InSe-ZnSe* (2 - 295 К, 3 - 120 К).

ких пределах (до 30 мкм), изменяя лишь продолжительность отжига. Средняя скорость формирования пленки одинакова для обеих подложек и составляет 0,3 мкм/час.

Сам факт выращивания полупроводниковой пленки высокого структурного совершен-

ства на подложке из монокристаллического полупроводника предлагаемым нами способом предполагает его очевидное практическое применение - создание гетеропереходов *n-InSe-n-ZnSe* и *p-GaSe-n-ZnSe*. Предпосылками для успешной реализации фотоэлектрических преобразователей на их основе являются, во-первых, наличие у селенида цинка достаточно широкой запрещенной зоны ( $E_g = 2,58$  эВ при 300 К [6]), что позволяет использовать его в качестве "окна" гетероперехода и, во-вторых, существование резкого барьера на контакте полупроводников, высота которого, например, для структуры *InSe-ZnSe*, определенная из вольт-фарадных характеристик (рис. 1) по частотной зависимости напряжения отсечки, составляет 0,86 В.

На рис. 2 приведены спектральные характеристики относительной квантовой эффективности структур *InSe-ZnSe* и *GaSe-ZnSe*, нормированные на один квант падающего излучения. Порог фотосоответа со стороны низких энергий обусловлен краем поглощения в *ZnSe* и *GaSe*, а коротковолновый порог соответствует ширине запрещенной зоны *InSe*. Следует отметить, что высокоэнергетический край фотосоответа более резок для структуры *GaSe-ZnSe*, что связано, по всей видимости, с более высоким структурным совершенством пленки *ZnSe* на поверхности *GaSe*, чем на *InSe*.

В данной работе сообщаются лишь предварительные результаты исследования фотоэлектрических свойств гетероперехода *InSe-ZnSe* и *GaSe-ZnSe*, свидетельствующие о перспективности их создания предлагаемым способом. В настоящее время проводится всестороннее исследование данных структур, касающееся как процессов формирования пленки на поверхности слоистого полупроводника, так и особенностей работы фотоэлектрических преобразователей на их основе, результаты которых будут сообщены в последующих публикациях.

- [1] Giulio M.R., Misosssi G., Rizzo A., Terore A. - J. Appl. Phys., 1983, 54, N 10, p. 5839-5843.
- [2] Гимпанова И., Кязымзаде А.Г., Салиманов В.М., Тагиров В.И. Acta Physica Univ Comen., 1984, v. 24, p. 27-39.
- [3] Катеринчук В.Н., Ковалюк З.Д., Манассон В.А. - ФТП, 1987, т. 21, № 11, с. 2094-2096.
- [4] Williams R.H., McEvoy A.J. - J. Vac. Sci. and Technol., 1972, v. 9, N 2, p. 867-870.
- [5] Powder Diffraction File Date Cards. Inorganic Section, Set 5, Cards N 5-0522 // JCPDS, Swarthmore, Pennsylvania, USA, 1976.
- [6] Гавриленко В.И., Грехов А.М., Корбутяк Д.В., Литовченко В.Г. Оптические свойства полупроводников. Киев: Наукова думка, 1987. 607 с.

Поступило в Редакцию  
20 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 22

26 ноября 1988 г.

ОБЪЕМНЫЙ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ РАЗРЯД,  
ИНИЦИИРУЕМЫЙ УФ ИЗЛУЧЕНИЕМ И ЭЛЕКТРОНАМИ  
ПЛАЗМЫ ИСКРОВОГО РАЗРЯДА  
ПО ПОВЕРХНОСТИ ДИЭЛЕКТРИКА

В.В. Аполлонов, Г.Г. Байцур,  
О.Б. Ковальчук, В.Н. Конев, В.Р. Миненков,  
К.Н. Фирсов, Б.Г. Шубин

В работах [1-4] показана возможность инициирования объемного самостоятельного разряда (ОСР) при больших межэлектродных расстояниях ( $d$ ) в системах электродов без специального профиля при предварительном заполнении разрядного промежутка (РП) электронами, транспортируемыми от прикатодного источника к аноду в электрическом поле смещения. В соответствии с [3-4] задача получения ОСР в этих условиях по существу сводится к поиску источника электронов (ИЭ) с производительностью и длительностью работы, достаточными для экранирования катода электронами и полного заполнения ими РП при дрейфе в электрическом поле до начала ионизационных процессов. При использовании ИЭ типа описанных