

07

© 1992

ПОЛЯРИЗАЦИОННАЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ  
СТРУКТУР  $Au-GaP$  И  $Al-GaP$ А. Беркелев, Л.М. Капитонова,  
Д. Мелебаев, В.Ю. Рудь, М. Сергинов,  
С. Тилевов

Поверхностно-барьерные структуры на основе фосфида галлия представляют интерес в связи с возможностью их применения в поляризационной фотоэлектронике [1]. Настоящая работа посвящена первым исследованиям фотоэлектрических процессов в поверхностно-барьерных структурах из  $GaP$  в линейно-поляризованном излучении в зависимости от способа нанесения и природы вещества барьерного контакта.

Поверхностно-барьерные структуры создавались известными методами вакуумного термического осаждения золота и алюминия на химически полированную поверхность кристаллов  $p-GaP$  с кристаллографической ориентацией (100) и концентрацией электронов  $p-Na-Na=2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ , а также химического осаждения золота [2]. Площадь барьерного контакта у разных структур лежала в пределах  $0.5-1.0 \text{ см}^2$ . Слои металлов обнаруживали высокую адгезию по отношению к поверхности  $p-GaP$  и имели зеркальную поверхность. При освещении со стороны барьерного контакта фоточувствительность таких структур к интенсивности излучения достигает максимального значения  $S_{\perp} \approx 0.10-0.14 \text{ А/Вт}$  и сохраняется постоянной в интервале энергии падающих фотонов  $2.9-3.4 \text{ эВ}$ . Спектральный контур фоточувствительности не обнаруживает выраженной зависимости от способа нанесения и природы металла барьерного контакта. Исследования полученных структур в линейно-поляризованном излучении показывают, что поляризационная фоточувствительность начинает проявляться при отклонениях направления падения излучения от нормали к поверхности барьерного контакта, т.е. углах падения  $\theta \neq 0^\circ$ . На рис. 1 приводятся типичные результаты зависимостей поляризационной разности фототока  $\Delta I = I'' - I^{\perp}$  для различных барьерных контактов к  $p-GaP$  от угла падения при фиксированной энергии фотонов, где  $I''$  и  $I^{\perp}$  - значения фототоков для поляризованной параллельно и перпендикулярно плоскости падения световой волны. Характер угловых зависимостей  $\Delta I$ , как видно из рис. 1, оказывается одинаковым для использованных барьерных металлов и различных способов нанесения  $Au$ . Максимум  $\Delta I$  во всех таких структурах реализуется в окрестности  $\theta \approx 60^\circ$  и находится в соответствии с соотношениями Френеля для амплитудных коэффициентов прохождения световой волной границы контактирующих сред [3].

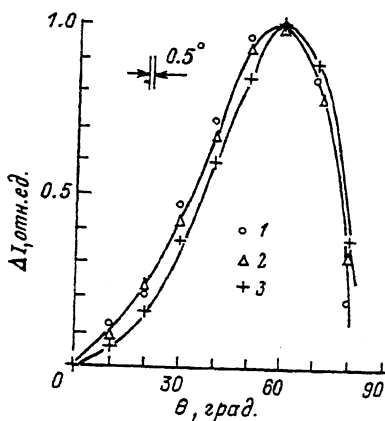


Рис. 1. Зависимости поляризационной разности фототока от угла падения линейно-поляризованного излучения на приемную плоскость поверхностно-барьерных структур из  $p\text{-GaP}$ .  $T=300\text{ K}$ ,  $\lambda=0.435\text{ мкм}$ . Материал барьера: 1, 2 -  $\text{Au}$ , 3 -  $\text{Al}$ . Способ нанесения: 1, 3 - напыление, 2 - химическое осаждение.

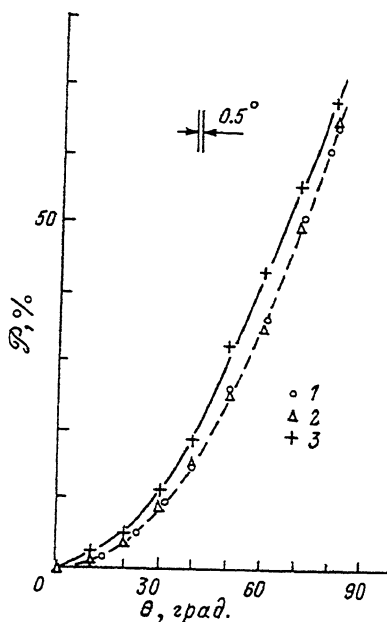


Рис. 2. Зависимость коэффициента фотохроизма от угла падения излучения на приемную плоскость поверхностно-барьерных структур из  $p\text{-GaP}$ . Обозначения те же, что и на рис. 1.

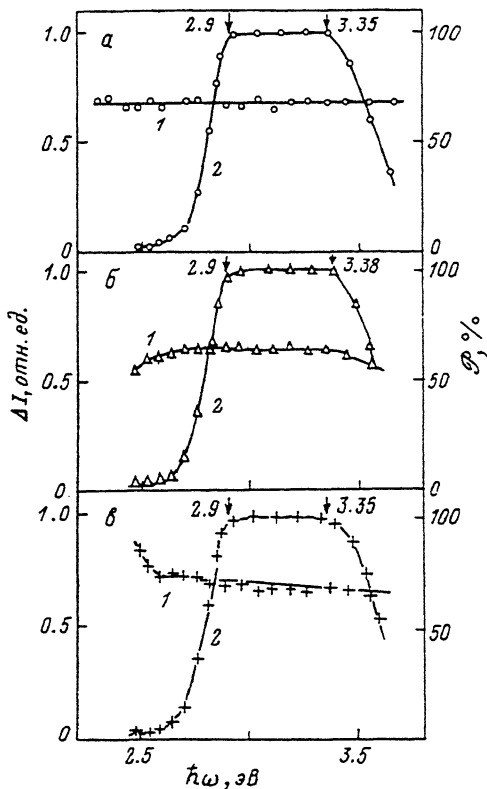


Рис. 3. Спектральные зависимости коэффициента фотохроизма (1) и поляризационной разности фототока (2) поверхностно-барьерных структур из  $p$ -GaP.  $T=300$  К,  $\theta \approx 80^\circ$ . Материал барьера: а, б - Au, в - Al. Способ нанесения: а, в - напыление, б - химическое осаждение.

Коэффициент фотохроизма [1] во всей области фоточувствительности изученных поверхностно-барьерных структур также независимо от природы барьерного контакта и способа осаждения Au возрастает с увеличением угла падения по квадратичному закону  $\mathcal{P} \sim \theta^2$ . Максимальные значения  $\mathcal{P} \approx 64-68\%$  при  $\theta = 80^\circ$ , согласно [4], отвечают эффективному значению показателя преломления  $n \approx 3.1$ , что близко к известному для GaP значению [5] и поэтому позволяет связать возникающий фотохроизм в основном с процессами прохождения линейно-поляризованным излучением границы металл-полупроводник. Наблюдаемое расхождение значений  $\mathcal{P}$  (рис. 2) в таком случае, по-видимому, обусловлено колебаниями в совершенстве межфазной границы.

На рис. 3, а-в приводятся типичные спектральные зависимости главных поляризованных параметров для изученных структур в окрестности  $\theta = 80^\circ$ . Коэффициент фотополюхроизма при наклонном падении излучения со стороны барьерного контакта сохраняется практически постоянным во всей области фоточувствительности. Это обстоятельство связано в первую очередь с тем, что поляризационная фоточувствительность определяется процессами прохождения межфазной границы металл-полупроводник, которые, согласно полученным здесь результатам, в изученной спектральной области оказываются неселективными. Второй поляризованный параметр — поляризационная разность фототока — напрямую связан с электронным спектром  $GaP$ , его спектральный контур коррелирует со спектрами  $I''$  и  $I^{\perp}$ . Как видно из рис. 3, спектральный контур  $\Delta I$  также оказывается независимым от природы барьерного контакта и способа нанесения  $Au$  на поверхность  $p-GaP$ . Максимальное значение поляризационной разности фототока для полученных барьерных структур приходится на спектральный диапазон 2.9–3.4 эВ, в пределах которого реализуется и максимальная азимутальная фоточувствительность ( $\varphi = 45^\circ$ ) [1]:

$$\phi_I = 2S_I \cdot P.$$

Для полученных структур максимальная величина  $\phi_I = 0.18-0.19$  А/Вт.град, а изменения природы барьерного металла и способа его нанесения контролируют только максимальное значение и спектральный диапазон абсолютной таковой фоточувствительности.

В заключение подчеркнем, что полученные значения  $\phi_I$  свидетельствует о возможности применения поверхностно-барьерных структур из  $GaP$  в качестве высокочувствительных фотоанализаторов линейнополяризованного излучения для ближнего УФ-диапазона.

Мы благодарны Б.В. Царенкову за интерес и поддержку в работе.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] M e d v e d k i n G.A., R u d Y u.V., T a i r o v M.A. // Ph. St. Sol. (a). 1989. V. 115. N. 1. P. 11-50
- [2] В и г д о р о в и ч Е.Н., Г о л ь д б е р г Ю.А., Д у р д ы м у р а д о в а М.Г., М е л е б а е в Д., Ц а р е н к о в Б.В. // ФТП. 1991. Т. 25. В. 8. С. 1419-1422.
- [3] К а р а т а е в В.В., М е д в е д к и н Г.А., П а н - к о в Э.Д., Р у д ь Ю.В. // ОМП. 1981. № 11, С. 14-16.
- [4] M e d v e d k i n G.A., R u d Y u. V. // Ph. St. Sol. (a). 1981. V. 67. N 1. P. 333-337.

[ 5 ] Физико-химические свойства полупроводниковых веществ.  
Справочник, М. 1979. 340 с.

Физико-технический  
институт им. А.Ф. Иоффе  
РАН, С.-Петербург

Поступило в Редакцию  
2 июля 1992 г.