

06.3; 07; 12

© 1992

ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРАХ $Au - n-GaAs$ С.Г. Конников, Д. Мелебаев, В.Ю. Рудь,
М. Сергинов

Фоточувствительные структуры на основе арсенида галлия давно известны и широко применяются исключительно как фотопреобразователи естественного излучения [1, 2]. Поляризационная фоточувствительность таких структур оставалась неизученной. Настоящая работа посвящена первым исследованиям поляриметрического эффекта в таких структурах (на примере $Au - n-GaAs$), возникающего в результате наклонного падения линейно-поляризованного излучения на их приемную плоскость [3].

Структуры получены известными методами химического осаждения [4, 5], либо термического напыления полупрозрачных слоев Au ($d_c = 100 - 150 \text{ \AA}$) на поверхность монокристаллов $GaAs$ с концентрацией свободных электронов $n = 10^{16} - 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и кристаллографической ориентацией (100). Слои обладали высокой адгезией в отношении поверхности $n-GaAs$ и имели зеркальную поверхность. При освещении структур естественным излучением со стороны контакта токовая фоточувствительность достигала максимальных значений $S_T = 80 \text{ мА/Вт}$ вблизи энергии фотонов $\hbar\omega = 1.48 \text{ эВ}$ (300 К) и характеризовалась плавным понижением в глубине фундаментального поглощения $GaAs$ с ростом энергии фотонов. Длинноволновый край фоточувствительности экспоненциальный с крутизной $S = 50 \text{ эВ}^{-1}$ и отвечает наступлению межзонных прямых переходов в $GaAs$ при $T = 300 \text{ К}$ [1].

При наклонном падении линейно-поляризованного излучения на поверхность барьерного контакта возникал поляриметрический эффект, обусловленный неэквивалентным прохождением излучением разных поляризаций границы воздух-приемная плоскость структуры [3]. Это проявилось в том, что при углах падения излучения $\theta > 0^\circ$ фототок в поляризации $\vec{E} //$ плоскости падения $-I'' > I^\perp$ во всей области фоточувствительности исследованных структур. В угловой зависимости поляризационной разности фототоков $\Delta I = I'' - I^\perp$ в окрестности $\theta \approx 60^\circ$ проявляется четкий максимум, свидетельствующий о том, что зависимости $I''(\theta)$ и $I^\perp(\theta)$ качественно описываются соотношениями Френеля для оптических процессов на границе контактирующих сред [6].

Коэффициент фотополюхроизма с увеличением угла падения (рис. 1, кривые 2, 3) растет по квадратичному закону $\mathcal{P} \sim \theta^2$ в соответствии с результатами анализа [7]. Максимальная величина $\mathcal{P} \approx 62\%$, наблюдаемая при $\theta = 80^\circ$, согласно [7], отвечает эффективному показателю преломления $n = 3.2$, что близко к известному

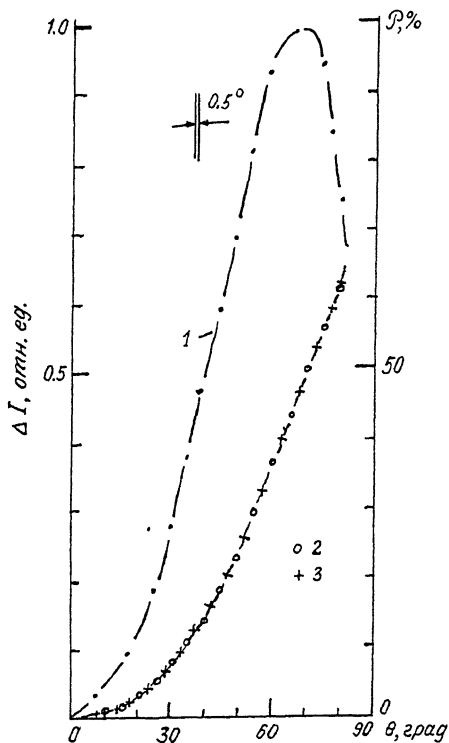


Рис. 1. Зависимости поляризационной разности фототока (1) и фотоплеохроизма (2, 3) от угла падения линейно-поляризованного излучения на приемную плоскость структуры $Au - n-GaAs$. $T=300\text{K}$, $\lambda=0.86 \text{ мкм}$. Способ нанесения барьера: 1, 2 - химическое осаждение, 3 - вакуумное напыление.

значению для $GaAs$ [8]. На этом основании можно предположить, что основной вклад в анизотропию прохождения световой волной вносят процессы на поверхности полупроводника. Характер угловых зависимостей P и ΔI оказался нечувствительным к способу нанесения слоя (химическое осаждение или термическое напыление).

Спектральный контур поляризационной разности фототоков (рис. 2, кривая 1), в общем, отвечает характерному для спектрального контура фототока структуры в естественном излучении. Энергетическое положение четкой ступеньки в спектральной зависимости ΔI согласуется с значением ширины запрещенной зоны $GaAs$ [1], тогда как плавный коротковолновый спад ΔI указывает на усиление роли рекомбинации в приповерхностном слое $GaAs$ по мере локализации области поглощения излучения вблизи межфазной границы металл-полупроводник.

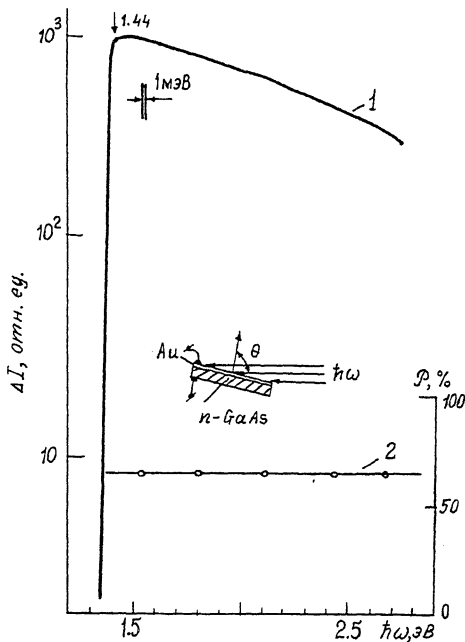


Рис. 2. Спектральные зависимости поляризационной разности фототока (1) и фотоплеохроизма (2) структуры $Au-n-GaAs$. $T=300\text{ K}$, $\theta=80^\circ$. На вставке представлена схема эксперимента. Барьер получен химическим осаждением.

Спектральная зависимость коэффициента фотоплеохроизма структур $Au-n-GaAs$ характеризует наведенный поляриметрический эффект как неселективный и наблюдаемый в пределах всей области фоточувствительности (рис. 2, кривая 2). Эта закономерность согласуется с выводами [7].

Главным параметром поляриметрического детектора является его азимутальная фоточувствительность [9] $\Phi_I = 2 \cdot S_I \cdot P$. Из рис. 2 можно видеть, что при фиксированном угле падения в полученных структурах $Au-n-GaAs$ максимальная величина $\Phi(\theta=80^\circ)$ достигается в окрестности энергий фотонов 1.48–1.55 эВ и составляет $\Phi_I = 0.1-0.13$ А/Вт·град. Таким образом, поверхностно-барьерные структуры на основе $GaAs$ могут служить в качестве широкополосных фотоанализаторов линейно-поляризованного излучения.

В заключение авторы выражают благодарность Б.В. Царенкову и В.Е. Челнокову за внимание к работе.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Арсенид галлия. Получение, свойства и применение. / Под ред. Ф.П. Кесаманлы и Д.Н. Наследова, М., 1973. 473 с.

- [2] Мосст Т., Баррел Г., Эллис Б. Полупроводниковая оптоэлектроника. М., 1976. 432 с.
- [3] Рудь Ю.В., Медведкин Г.А. // Авт. свид. СССР № 671634. БИ. 1980. № 41. С. 291.
- [4] Гольдберг Ю.А., Наследов Д.Н., Царенков Б.В. // ПТЭ. 1971. В. 3. С. 207-209.
- [5] Беркелиев А., Гольдберг Ю.А., Мелебаев Д., Царенков Б.В. // ФТП. 1976. Т. 10. В. 8. С. 1532-1534.
- [6] Ландсберг Г.С. Оптика. М., 1976. 926 с.
- [7] Medvedkin G.A., Rud Yu.V. // Ph. st. sol. (a). 1981. V. 67. N 2. P. 333-337.
- [8] Физико-химические свойства полупроводниковых веществ. Справочник. М., 1979. 340 с.
- [9] Medvedkin G.A., Rud Yu.V., Tairrov M.A. // Ph. st. sol. (a). 1989. V. 115. N 1. P. 11-50.

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

Поступило в Редакцию
2 июня 1992 г.