

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТЕ ОПТИЧЕСКОЙ УТОМЛЯЕМОСТИ В ЛЕГИРОВАННЫХ ЛАНТАНОИДАМИ КРИСТАЛЛАХ p-GaSe

А.Ш. АБДИНОВ, Ш.А. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Р.Ф. БАБАЕВА, Р.М. РЗАЕВ

*Бакинский Государственный Университет,
АЗ1173, Баку, ул. З.Халилова, 23*

Təqdim olunan işdə müxtəlif miqdarda ($N=10^{-5} \div 10^{-1}$ at.%) bəzi lantanoidlərlə (qadolinium, holmium və disproziyumla) aşqarlanmış p-GaSe kristallarında optik (fotoelektrik) yorulma effektinin tədqiqi zamanı alınmış nəticələr haqqında məlumat verilir.

Ölçmələr 77-400 K temperatur intervalında müxtəlif gərginliklərdə yüksək intensivlikli (10^2 Lk-a qədər) işıqın təsiri altında aparılmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, $T \leq 300$ K temperatur oblastında məxsusi fotokeçiriciliyin stasionar qiyməti alındıqdan sonra nümunələrə yüksək intensivlikli məxsusi işıqla uzun müddət təsir etdikdən sonra lantanoidlərlə aşqarlanmış p-GaSe kristallarında da optik yorulma effekti müşahidə olunur. Bu effektin xarakteristika və parametrləri aşqarlanma dərəcəsinə asılı olaraq dəyişir, lakin daxil olunan aşqarın təbiətindən (materialından) asılı olmur.

В данной работе приводятся результаты, полученные при исследованиях эффекта оптической (фотоэлектрической) утомляемости в кристаллах p-GaSe, легированных некоторыми лантаноидами (гадолинием, гольмием и диспрозием) с различным процентным содержанием введенной примеси ($N=10^{-5} \div 10^{-1}$ ат.%). Измерение проводилось при температурах 77÷400K под действием света с большой интенсивностью (вплоть до 10^2 Лк) при различных напряжениях.

Оказалось, что в области $T \leq 300$ K после установления стационарного значения собственной фотопроводимости при длительном воздействии на образцы собственного света с высокой интенсивностью в легированных лантаноидами кристаллах p-GaSe тоже наблюдается эффект оптической утомляемости. При этом характеристики и параметры его меняются с изменением уровня легирования, но не зависят от природы введенной примеси.

In this paper the results obtained at investigation of optical (photoelectrical) tireless phenomenon in crystals of p-GaSe doped by several lanthanides (gadolinium, holmium and dysprosium) with different percentage of entered alloys ($N=10^{-5} \div 10^{-1}$ at.%) are given.

The investigation were carried out at temperatures of 77÷400K under influence of light with high intensity (up to 10^2 Lx) at different applied voltage. It is prepared that in the region of $T \leq 300$ K, after the obtaining of stationary values of intrinsic photoconductivity under the long-term impact of intrinsic light with high intensity, in crystals p-GaSe doped by lanthanides also observed the optical tireless phenomenon. However its characteristics and parameters changes with varying of doping level, but don't depend on the nature of entered alloys.

Одним из интересных и представляющих большое практическое значение свойств твердых тел является деградация их параметров и характеристик. Не редко в полупроводниках наблюдаются также другие эффекты, приводящие к аналогичному изменению особенностей материала, но имеющие совершенно другую природу. В частности, к таким эффектам относятся эффекты утомляемости различного типа [1]. Хотя ранее в [2] сообщалось об обнаружении оптической (фотоэлектрической) утомляемости (ФЭУ) в высокоомных, специально нелегированных кристаллах p-GaSe, однако не изучена зависимость этого эффекта от легирования в указанном материале. Полученные в [3-5] результаты по влиянию легирования атомами редкоземельных элементов (РЗЭ) гадолиния (Gd), гольмия (Ho) и диспрозия (Dy) (лантаноидов) на различные электронные процессы в монокристаллах p-GaSe, побудили интерес также к исследованию влияния легирования этими примесями на ФЭУ в монокристаллах p-GaSe.

Изучаемые образцы скалывались из выращенных по описанной в [6] технологии из слитков p-GaSe, легированных Gd, Ho и Dy с $N = 0; 10^{-5}; 10^{-4}; 10^{-3}; 10^{-2}$ и 10^{-1} ат.%. Материалами токовых контактов служили металлический In, Sn, серебряная паста или же аквадак. Бралась образцы в виде прямоугольного параллелепипеда толщиной вдоль оси «С» кристалла $\sim 0.200 \div 0.300$ мм и поперечными размерами (по плоскости «С») $\sim 2 \div 4 \times 3 \div 5$ мм. Измерения проводились при различных температурах (77÷400K), интенсивностях ($\Phi \leq 10^2$ Лк) света и напряжениях (от предельно слабого вплоть до напряжения переключения [7]) электрического поля с применением

экспериментальной установки, собранной на базе монохроматора типа МДР-12 и МДР-12У.

Оказалось, что в области $T \leq 300$ K после установления стационарного значения фототока ($i_{\phi c}$) при длительном воздействии на образец p-GaSe светом из области собственного поглощения ($0.35 \leq \lambda \leq 0.58$ мкм) с высокой интенсивностью, величина фототока через него постепенно уменьшается до нового квазистационарного значения ($i'_{\phi c}$) - наблюдается эффект оптической утомляемости

(рис.1, кривая 1). Величина $\gamma = \frac{i_{\phi c} - i'_{\phi c}}{i_{\phi c}}$ при напряже-

ниях (U) с $U < U_{1,2}$ (где $U_{1,2}$ - напряжение, при котором на темновой ВАХ образца наблюдается переход от начального линейного участка на первый квадратичный [8]) не зависит от U, а при $U > U_{1,2}$ помимо интенсивности и длины волны света, температуры, оказывается зависимой также от U и инжектирующей способности токовых контактов.

Исследованы также влияние температуры, типа приложенного электрического напряжения, обработки поверхности образца, режима освещения и света из области примесного поглощения на кинетику фототока при его спаде от $i_{\phi c}$ до $i'_{\phi c}$, величину γ , длительности времени сохранения состояния с $i_{\phi} = i'_{\phi c}$ и скорости восстановления исходного значения фототока ($i_{\phi} = i_{\phi c}$). Сравнительный анализ совокупности полученных при этом результатов позволял предположить, что обнаруженный

медленный спад собственной фотопроводимости в исследуемых кристаллах p-GaSe обусловлен эффектом оптической (фотоэлектрической) утомляемости.

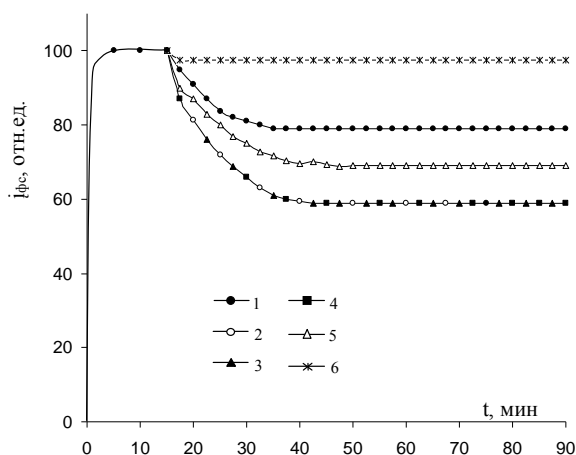


Рис. 1. Кинетика собственной фотопроводимости в кристаллах p-GaSe, легированных лантаноидами. N, ат. %: 1- 0; 2, 3, 4 - 10^{-4} ; 5 - 10^{-3} ; 6 - 10^{-1} . РЗЭ: 2, 5, 6 – Ho; 3 – Dy; 4 – Gd. T=77 R; $\lambda=0.58$ мкм.

Оказалось, что в легированных лантаноидами (РЗЭ) кристаллах p-GaSe при определенных внешних условиях тоже наблюдается ФЭУ. Причем характеристики и параметры этого эффекта в исследуемых кристаллах не зависят от химической природы (материала) введенной примеси РЗЭ (рис. 1, кривые 2-4), но значительно меняются с изменением уровня легирования (рис. 1, кривые 2, 5, 6). С изменением N, при прочих одинаковых условиях меняются как кинетика спада и восстановления фототока, так и граничные значения Φ_c , T, величины длительности

освещения, необходимой для начала ФЭУ (τ_{tr}) и Δi_{fc} , значение U, при котором проявляется зависимость ФЭУ от приложенного напряжения.

Легирование кристаллов p-GaSe рассмотренными примесями не меняет в них спектральное распределение и температурный интервал оптического и термического стирания ФЭУ соответственно, а красная граница спектрального распределения самого ФЭУ при этом оказывается зависимой от N немонотонно.

Установлено, что при росте N от нуля до $\sim 10^{-1}$ ат. % величина Δi_{fc} сначала (до $N \approx 10^{-4}$ ат. %) увеличивается, а далее постепенно уменьшается. Наконец, при $N \approx 10^{-1}$ ат. % (при 77 K) эффект совсем исчезает. При этом (с ростом N от нуля до $\sim 10^{-1}$ ат. %) скорость релаксации i_{ϕ} от i_{fc} до i'_{fc} тоже меняется немонотонно – сначала (до $N \approx 10^{-4}$ ат. %) уменьшается, а далее растет. В зависимости скорости восстановления i_{fc} от N наблюдается иная ситуация – с ростом N исходное значение i_{fc} восстанавливается относительно быстро, чем в специально нелегированных кристаллах.

С ростом N верхняя граница температурного диапазона ФЭУ сначала увеличивается, а далее (при $\sim 10^{-2}$ ат. %) уменьшается почти до ~ 150 K.

Полученные результаты хорошо коррелируются с данными по изучению других электронных явлений в исследуемых материалах. Предполагается, что зависимость параметров ФЭУ от уровня легирования РЗЭ связана с немонотонной зависимостью степени пространственной упорядоченности исследуемого образца от содержания введенной примеси [3-5].

[1]. А.Я.Вуль, Ш.И.Набиев, Л.В.Шаронова, А.Я.Шик // ФТП. 5. С.914. (1977).
 [2]. А.Ш.Абдинов, А.П.Г.ббасова, Я.Г.Гасанов // Изв. АН Аз.ССР. сер. ФТ и МН. №4. С. 80 (1984).
 [3]. А.Ш.Абдинов, Р.Ф.Бабаева, А.Т.Багирова, Р.М.Рзаев, Ш.А.Аллахвердиев // Проблемы энергетики. №3-4. С.72 (2006).
 [4]. А.Ш.Абдинов, Р.Ф.Бабаева, Р.М.Рзаев, Г.А.Гасанов // Неорганические материалы. №6. С. 660 (2004).
 [5]. А.Ш.Абдинов, Р.Ф.Бабаева, Р.М.Рзаев, А.Т.Багирова, Ш.А.Аллахвердиев // Доклады НАН Азербайджана. №5-6. С. 55. (2006).
 [6]. А.М.Гусейнов, Т.И.Садыхов. // В сб. "Электрические свойства полупроводников и плазмы газового разряда". Баку. Изд. АГУ. С. 42. (1989).
 [7]. А.Ш.Абдинов, Р.Ф.Бабаева, Р.М.Рзаев, А.Т.Багирова, Ш.А.Аллахвердиев // Изв. НАНА. сер. ФТ и МН. №5. С. 70 (2006).
 [8]. М.Ламперт, П.Марк Инжекционные токи в твердых телах. М. "Мир". 1973. - 416 с.