

ЭКСИТОНЫ В ПОГЛОЩЕНИИ И ФОТОПРОВОДИМОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА $TlGaSe_2$

Г. И. Абуталыбов, Л. С. Ларионкина, Н. А. Рагимова

Последние исследования слоистых соединений привлекают внимание к вопросу об экситонах вблизи края и в глубине собственного поглощения и соответственно о проявлении их в фотоэлектрических спектрах вследствие специфики кристаллической структуры.

Монокристаллы слоистых соединений, анизотропные и высокочувствительные в широком спектральном диапазоне, перспективны для исполь-

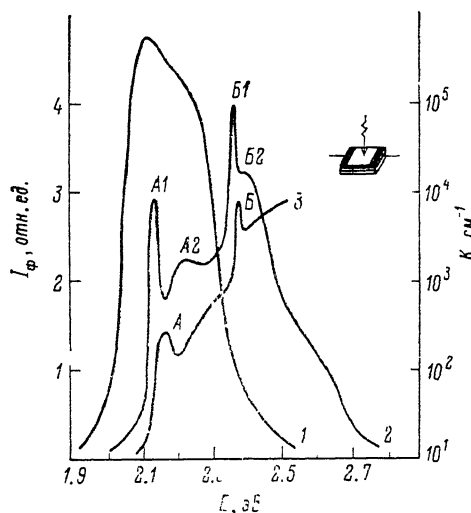


Рис. 1. Спектры фототока I_ϕ (1, 2) и коэффициента поглощения K (3) при температурах 300 (1) и 77 К (2, 3) в монокристалле $TlGaSe_2$.

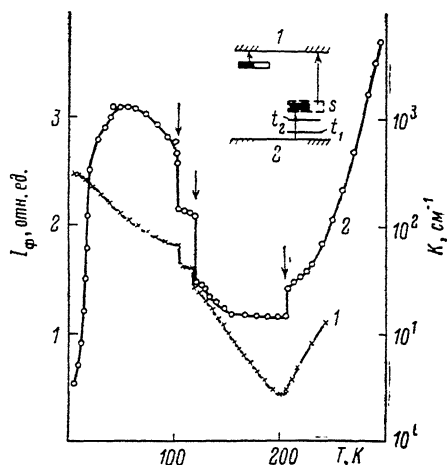


Рис. 2. Температурные зависимости (1.8—300 К) соответствующих E_A коэффициента поглощения (1) и собственной фотопроводимости (2).

На вставке — энергетическая схема локальных состояний в запрещенной зоне монокристалла $TlGaSe_2$. 1 — с-зона, 2 — в-зона.

зования в оптоэлектронике и нелинейной оптике. Таков монокристалл $TlGaSe_2$ из класса слоистых полупроводников $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ с пространственной группой C_s^4 по Хану [1].

В исследованиях фотоэлектрических спектров $TlGaSe_2$ [2, 3] отсутствуют сообщения об экситонах.

В настоящей работе приведены первые данные об экситонах фотопроводимости монокристалла $TlGaSe_2$ по результатам комплексного исследования поглощения и фотопроводимости в широких интервалах энергий (1.9—2.8 эВ) и температур (1.8—300 К). Монокристаллы $TlGaSe_2$ проводимостью p -типа для исследований выращены методом Бриджмена—Стокбаргера с привлечением рентгеноструктурного и термографического анализов для контроля однофазности. Симметричные контакты к образцам создавали из эвтектической смеси $In-Ga$. Электрическое поле направляли вдоль слоев, а освещение — перпендикулярно слоям.

На рис. 1 приведены спектры фототока I_ϕ и коэффициента поглощения K при температурах 77 и 300 К в монокристалле $TlGaSe_2$.

Видно, что при 300 К спектр фототока I представляет широкий максимум с резким длинноволновым спадом и коротковолновым спадом, регулируемым, как правило, приповерхностной рекомбинацией носителей тока. При 77 К наблюдается структура в спектре фототока ($E_{A1}=2.127$, $E_{A2}=\dots$

$=2.212$, $E_{B1}=2.355$, $E_{B2}=2.387$ эВ), сопоставимая со спектром поглощения при этой температуре ($E_A=2.164$, $E_B=2.372$ эВ [4]). Предполагается, что около поверхности экситоны гибнут в основном непосредственно (как это отмечалось в [5]), что приводит к понижению фототока в экситонных резонансах.

На рис. 2 представлены температурные зависимости соответствующих E_A коэффициента поглощения и собственной фотопроводимости в интервале 1.8—300 К и энергетическая схема локальных состояний в запрещенной зоне монокристалла $TlGaSe_2$.

На полученных зависимостях немонотонного характера наблюдаются скачкообразные особенности при температурах $T_1=105$, $T_2=117$, $T_3=200-215$ К. Немонотонный характер $I_\phi(T)$ объясним в рамках многоуровневой модели с участием уровней рекомбинации (s и r) при их активном взаимодействии с уровнями прилипания (t), как для фотопроводников соединений $A^{IV}B^{VI}$ [6]. Низкотемпературная (1.8—50 К) активация фототока обязана мелким уровням прилипания (t_1) при незначительном вкладе температурного гашения из-за соотношения глубины t - и r -уровней. Температурный рост вклада гашения r -уровнями, искажая активацию t_1 -уровнями, приводит к уменьшению фототока выше 70 К. Температурную зависимость фототока в интервале 120—210 К контролируют t_2 - и r -уровни (рис. 2, вставка), определяющие высокотемпературную (выше 210 К) фотоактивацию.

Характер особенностей зависимостей $K(T)$, $I_\phi(T)$ в интервале температур 100—220 К предполагает ряд структурных фазовых переходов — скачкообразное уменьшение I_ϕ , K (рис. 2) и ширины зоны вместе с аномальным поведением действительной и мнимой частей диэлектрической постоянной [4, 7] характеризуют структурный фазовый переход первого рода при $T_1=105$ и $T_2=117$ К; резкое возрастание I_ϕ и K при $T_3=200-215$ К возможно при структурном фазовом переходе второго рода [8].

Таким образом, в результате настоящего исследования установлено, что в монокристалле $TlGaSe_2$ структуры спектра фототока $E_{A1}=2.127$, $E_{A2}=2.212$, $E_{B1}=2.355$, $E_{B2}=2.387$ эВ обусловлены экситонным поглощением ($E_A=2.164$, $E_B=2.372$ эВ), нефотоактивным вблизи поверхности, а поведение экситонных особенностей E_A в поглощении и фототоке при температурах $T_1=105$, $T_2=117$, $T_3=200-215$ К характерно для структурных фазовых переходов первого (T_1 , T_2) и второго (T_3) родов.

Список литературы

- [1] Müller P., Nahn H. // Z. Anorg. Allg. Chem. 1978. V. 438. N 1. P. 258—272.
- [2] Бахышев А. Э., Лебедев А. А., Халафов З. Д., Якобсон М. А. // ФТП. 1975. Т. 9. № 8. С. 1548—1561.
- [3] Алиев В. А., Гусейнов Г. Д. // ФТП. 1985. Т. 19. № 11. С. 1940—1943.
- [4] Абуталыбов Г. И., Аюпян И. X., Нейманзаде И. К., Новиков Б. В., Салаев Э. Ю. // ФТТ. 1985. Т. 27. № 9. С. 2836—2839.
- [5] Гросс Е. Ф., Лидер К. Р., Новиков Б. В. // ФТТ. 1962. № 4. С. 1135—1141.
- [6] Лашкарев В. Е., Любченко А. В., Шейнкман М. К. Неравновесные процессы в фотопроводниках. Киев, 1981. 264 с.
- [7] Волков А. А., Гончаров Ю. Г., Козлов Г. В., Лебедев С. П., Прохоров А. М., Алиев Р. А., Аллахвердиев К. Р. // Письма в ЖЭТФ. 1983. Т. 37. № 11. С. 517—520.
- [8] Фридкин В. М. Сегнетоэлектрики—полупроводники. М., 1976. 408 с.

Институт физики АН АзССР
Баку

Поступило в Редакцию
16 августа 1988 г.
В окончательной редакции
20 июня 1989 г.