

ВЛИЯНИЕ МОЩНОЙ УФ ПОДСВЕТКИ НА КИНЕТИКУ СПЕКТРАЛЬНОЙ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПРОВОДИМОСТИ ZnS:Cl

А. Н. Георгобияни, Р. Г. Маев, Ю. В. Озеров, В. И. Пустовойт,
Э. Е. Струмбан

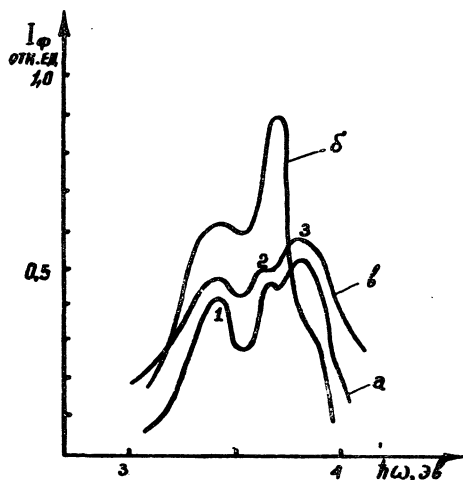
УДК 537.311.33

В работе исследовалось влияние мощной стационарной УФ подсветки на спектральное распределение фотопроводимости монокристаллов ZnS:Cl . Обнаруженное изменение спектральной зависимости фототока объясняется в рамках простой трехуровневой модели фотополупроводника, учитывающей также разогревающее действие УФ подсветки.

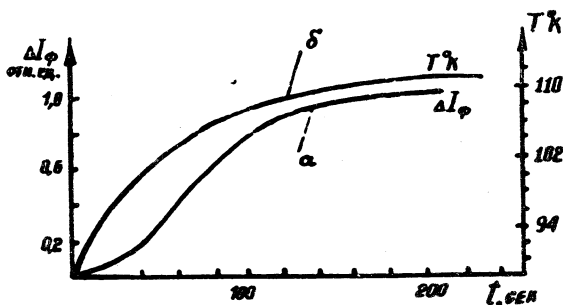
В работе обнаружено и исследовано anomальное поведение спектральной зависимости фототока в монокристаллах ZnS:Cl при включении мощной стационарной УФ подсветки ($\lambda = 365 \text{ нм}$). В спектре обнаружены три пика с энергиями 3,40; 3,64 и 3,81 эв (эти пики обозначены соответственно индексами 1 + 3 на рис. 1). Первые два пика отождествлены нами с комплексом $(V_{\text{Zn}}Cl_S)^1$ и однозарядной вакансией цинка V_{Zn}^1 , соответственно, а третий пик — с собственными зона-зонными переходами (такая интерпретация пиков согласуется с результатами работ [1-3]).

Отличительной особенностью полученного спектра является поведение пика с энергией 3,64 эв, амплитуда которого резко возрастает в присутствии мощной УФ подсветки с энергией $\hbar\omega = 3,4 \text{ эв}$ (рис. 1, кривая б).

В эксперименте использованы высокоомные ($\rho \geq 10^8 \text{ ом. см}$) монокристаллы ZnS:Cl , выращенные сублимационным методом. Спектральное распределение фотопроводимости снималось в диапазоне энергий 3,0 + 4,0 эв при температуре 90°K. Точность определения положения пиков фотопроводимости была не хуже 0,02 эв. Излучение линии $\hbar\omega = 3,4 \text{ эв}$ ртутной лампы высокого давления НВО-200 фокусировалось на кристалл с размерами 3 x 2 x 1 мм³, закрепленный на хладопроводе азотного криостата. Интенсив-



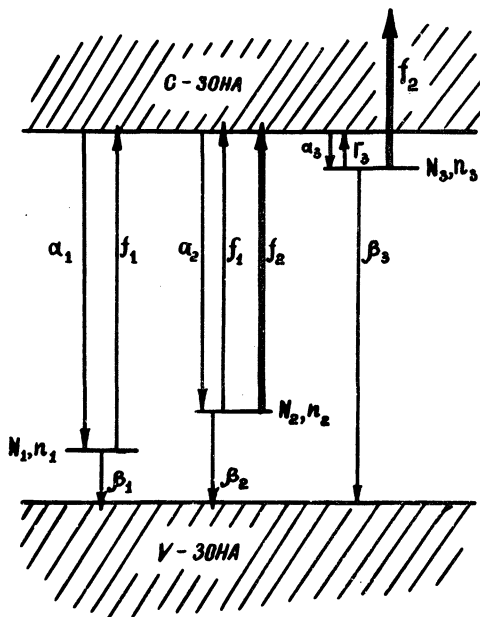
Р и с. 1. Спектры фотопроводимости монокристаллов ZnS:Cl
 а) при 90°K ; без УФ подсветки; энергии пиков 1 + 3 разны соответственно 3,40; 3,64 и 3,81 эв; б) при стационарной УФ подсветке $h\nu = 3,4$ эв; в) без УФ подсветки при 110°K



Р и с. 2. а) Временная зависимость изменения амплитуды пика фотопроводимости 3,64 эв после включения ($t = 0$) стационарной УФ подсветки. б) Временная зависимость изменения температуры образца после включения стационарной УФ подсветки

ность зондирующего излучения, модулированного с частотой порядка 36 гц. была значительно меньше интенсивности УФ подсветки.

Для объяснения поведения пика 2 (3,64 эв) нами были исследованы как временная динамика нарастания амплитуды этого пика



Р и с. 3. Трехуровневая модель фотопроводника, использованная для объяснения поведения пика 3,64 эв. N_1 и n_1 - концентрации центров и их населенности; α_1 - сечения захвата электрона на 1-й уровень; $f_{1,2}$ - интенсивности соответственно зондирующей и стационарной УФ подсветки; Γ_3 - вероятность теплового выброса электрона с уровня III в с-зону; β_1 - вероятность перехода электрона с 1-го уровня в v-зону

при "включении" УФ подсветки, так и временная зависимость изменения температуры образца от длительности УФ подсветки (см. рис.2). Оказалось, что характерное время нарастания температуры образца до насыщения и время установления стационарной амплитуды фотопроводимости этого пика сравнимы между собой и составля-

ит $\sim 2 \cdot 10^2$ сек (при этом увеличение температуры кристалла ΔT составляло $18 - 20^\circ$). Существенно, что непосредственный нагрев образца на $\Delta T = 20^\circ$ не приводит к аномалиям в спектре (рис. 1, кривая В), в то же время включение мощной УФ подсветки после проведенного нагрева приводит к быстрому возрастанию пика фотопроводимости 3,64 эв до соответствующего стационарного значения.

Для объяснения наблюдаемых особенностей нами рассмотрена простейшая трехуровневая модель фотополупроводника (рис. 3): центры I и II, расположенные ближе к валентной зоне, имеют сечения захвата электронов из зоны проводимости значительно меньшие, чем сечения захвата дырок из валентной зоны (так называемые центры очувствления /4/); центры III являются ловушками для электронов с энергией ионизации E_3 (причем $E_3 < E_2 < E_1$; в кристаллах ZnS:Cl центры III могут соответствовать, в частности, хлорным ловушкам или межузельному цинку с $E_3 = 0,12$ эв /5/). Анализ этой модели показывает, что при освещении кристалла зондирующим светом с интенсивностью I_1 в кристалле устанавливается динамическое равновесие между электронными центрами I, II и III и соответствующими зонами. "Включение" затем мощной УФ подсветки с интенсивностью $I_2 \gg I_1$ приводит к изменению кинетики процессов перехода носителей между зонами и центрами и кроме того, к некоторому повышению температуры; последнее в первую очередь приводит к возрастанию вероятности термического выброса электронов с центров III. Как показывает анализ, время жизни неравновесных носителей в с-зоне для переходов с-зона - уровни I, II возрастает, что приводит к росту пиков фотопроводимости 3,40 и 3,64 эв. Однако, как показал опыт, возрастание амплитуды пика фотопроводимости 3,40 эв существенно меньше возрастания пика 3,64 эв. Это, по нашему мнению, обусловлено частичным опустошением уровня 3,4 эв стационарной УФ подсветкой.

В заключение следует отметить, что обнаруженные на опыте явления могут быть использованы в задачах оптоэлектроники, в частности, для управления оптическими свойствами полупроводника.

Поступила в редакцию
14 мая 1976 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. Н. Георгобидани, Ю. В. Озеров, Х. Фридрих. ФТТ 15, 2986 (1973)
2. A. N. Georgobiani, Yu. V. Ozerov, E. E. Strumban, V. V. Anisimov. Phys. Stat. Sol. (a) 35, N 1, 251 (1976).
3. A. N. Georgobiani, R. G. Maev, Yu. V. Ozerov, E. E. Strumban. Phys. Stat. Sol. (a) 38, N1 (1976).
4. V. E. Lashkarev, M. K. Sheinkman. Phys. Stat. Sol. 11, 429 (1965).
5. В. Г. Була, А. В. Ефименко, И. А. Тале, В. Ф. Тунишкая. ЖПС 23, 652 (1975).