



# Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9  
İyun  
June 2005  
Июнь

səhifə  
page 769-770  
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

## ИЗЛУЧАТЕЛЬНАЯ РЕКОМБИНАЦИЯ В $ZnGa_2Se_4$

КЕРИМОВА Т. Г., СУЛТАНОВА А.Г., МЕХДИЕВ Г.С.

*Институт Физики АН Азербайджана,  
Баку AZ- 1143, пр. Джавида, 33  
E-mail: ktaira@physics.ab.az*

Приводятся результаты исследования спектральной зависимости фотолюминесценции в  $ZnGa_2Se_4$  при 300К и 77К. В результате анализа температурной зависимости фотолюминесценции совместно с данными по оптическому поглощению в области края собственного поглощения, фотопроводимости и термостимулированной проводимости построена схема электронных переходов для фотопроводимости и излучательной рекомбинации в  $ZnGa_2Se_4$ .

$ZnGa_2Se_4$  является представителем сложных алмазоподобных полупроводников типа  $A^2B_2^3C_4^6$ . Ввиду сложности химического состава имеет место богатый спектр локальных состояний. Известно, что исследование спектра локальных состояний является одной из важных задач физики полупроводников, поскольку позволяет понять механизм генерационно-рекомбинационных процессов и выявить возможности их практического применения. Практически спектр локальных состояний и механизм генерационно-рекомбинационных процессов в  $ZnGa_2Se_4$  не исследованы.

Впервые фотолюминесценция (ФЛ) в  $ZnGa_2Se_4$  исследовалась в [1]. Спектр ФЛ приведенный в [1] представляет собой широкую полосу с общим максимумом при 1.95 эВ и полушириной 0.34эВ. Из температурной зависимости интенсивности ФЛ в области выше 150К определена энергия активации равная 0.15эВ.

В настоящем сообщении сделана попытка используя экспериментальные результаты по ФЛ и наши предыдущие работы по термостимулированной проводимости, фотопроводимости и оптическому поглощению построить картину генерационно-рекомбинационных процессов в  $ZnGa_2Se_4$ .

Образцы  $ZnGa_2Se_4$  были выращены методом газотранспортных реакций. В качестве переносчика использовался кристаллический йод. Полученные монокристаллы имели вид трехгранных призм с гранями индексы  $(1\bar{1}2)$  и  $(\bar{1}12)$ , а третья  $-(001)$ .

Наиболее развитая грань  $(\bar{1}12)$ . Параметры решетки определенные рентгенографическим

методом  $a=5.496\text{Å}$ ,  $c=10.99\text{Å}$ ,  $c/a=2$  и согласуется с данными приведенными в [4].

Спектры излучения измерялись на установке собранной на базе монохроматора SPM-2. В качестве источника возбуждения использовался лазер ЛПМ-11 ( $\lambda=4411\text{Å}$ ).

На рис.1 представлена спектральная зависимость излучения в  $ZnGa_2Se_4$  при 300 и 77К. Спектр ФЛ при 300К представляет собой широкую полосу с максимумом при 2.1эВ. На коротковолновом спаде наблюдаются плечи при 2.2эВ и 2.36эВ. На длинноволновом спаде имеется плечо при 1.96эВ. При понижении температуры до 77К спектр ФЛ смещается в коротковолновую область. Максимум ФЛ наблюдается при 2.25эВ. Плечо при 2.36эВ при

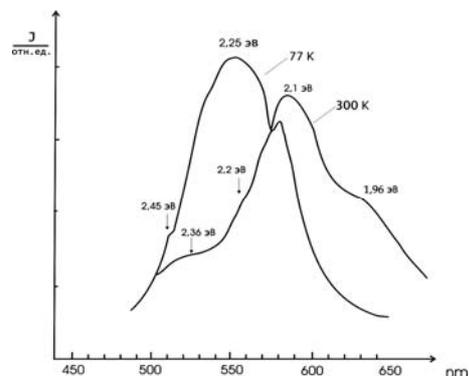


Рис.1 Спектральная зависимость фотолюминесценции в  $ZnGa_2Se_4$  при 300К и 77К

понижении температуры до 77К смещается в коротковолновую область и наблюдается при 2.45эВ. Температурный коэффициент смещения равен  $4.2 \cdot 10^{-4}$  эВ/К и совпадает по порядку величины с

температурным коэффициентом смещения оптических переходов ( $\Gamma_3+\Gamma_4 \rightarrow \Gamma_1$ ) в области края собственного поглощения. В [5] исследованы спектры оптического поглощения в области края собственного поглощения  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$ . Анализ поляризационной зависимости спектров оптического поглощения совместно с результатами теоретико-групповых исследований [6] и расчетов зонной структуры [7] показал, что  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$  (пространственная группа  $S_4^2$ ) является прямозонным полупроводником, минимальные оптические переходы локализованы в центре зоны Брюллиэна, равны 2.43 эВ и разрешены в поляризации  $\vec{E} \perp C$ .

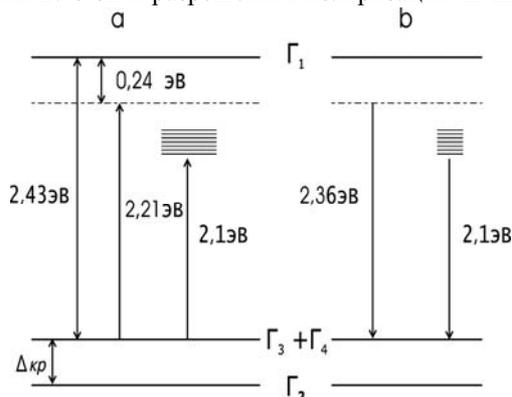


Рис.2. Схема электронных переходов для фотопроводимости (а) и излучательной рекомбинации в  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$  излучательных переходов в  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$

Из спектров термостимулированной проводимости (ТСП)  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$  [2] определена глубина залегания мелкого ловушечного уровня равная 0.24эВ. Наличие широкого максимума в интервале 230-400К с общим максимумом при 0.49эВ свидетельствует о близко расположенных

(квази непрерывно распределенных) ловушечных уровнях. Поляризационная зависимость максимума при 2.23эВ в спектрах фотопроводимости (ФП)  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$  [6] коррелирует с поляризационной зависимостью коэффициента поглощения в области края собственного поглощения. Поэтому максимум ФП при 2.23эВ связан с оптическими переходами из валентной зоны на уровень, расположенный на 0.24эВ ниже дна зоны проводимости. Следующий максимум ФП при 2.1эВ обусловлен оптическими переходами из валентной зоны на квази непрерывно распределенные ловушечные состояния.

Полосу излучения при 2.36эВ (300К) и 2.45 (77К) следует связать с излучательной рекомбинацией их мелких уровней расположенных у дна зоны проводимости. Используя данные о энергетическом положении локальных центров нами построена схема излучательных переходов в  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$ . Полосу излучения при 2.36 эВ (300К) и 2.45 эВ (77К) следует связать с излучательной рекомбинацией из мелких уровней, расположенных у дна зоны проводимости в валентную зону. Наличие глубоких квази непрерывно распределенных ловушечных уровней позволяет предположить, что широкая полоса излучения с максимумом при 2.1эВ связана с излучательной рекомбинацией из этих ловушечных уровней в валентную зону. Плечо при 1.96 эВ при понижении температуры от 77К до 300К исчезает. По-видимому эта полоса связана с межпримесной рекомбинацией. На рис.2 представлена схема электронных переходов для фотопроводимости (а) и излучательной рекомбинации (б) в  $\text{ZnGa}_2\text{Se}_4$ .

[1]. Radautsan.S.I., Tiginyanu I.M., Fulga V.N.,Derid Yu.O., – Phys.stat.sol.(a) 1989, v.114, p.259-263.  
 [2]. Sultanova A.G., – Fizika,2002,v.8,№1,p.39-40.  
 [3]. З.Керимова Т.Г., Султанова А.Г., Мамедов З.Г., Джафарова Э.А., Прикладная физика, 2004, №2,с.93-94.  
 [4]. Hahn H., Frank G., Klinger W., Storger A.D., Storger G., Z. Anorg, Allgem.Chem. 1955, v.279, p.211.

[5]. Керимова Т.Г., Султанова А.Г. Известия РАН, сер. «Неорганические материалы», 2002,т38, №10. с.1181-1183.  
 [6]. Гусейнова Д.А., Керимова Т.Г., Нани Р.Х., ФТП,1977,т.11,в.6,с.1135-1142  
 [7]. ПанютинВ.Л., Понедельников Б.Э., Розенсон А.Э.- Изв.Вузов,Физика,1979,в.8,с.57-64