

СВОБОДНЫЕ И СВЯЗАННЫЕ ЭКСИТОНЫ В МОНОКРИСТАЛЛЕ TlInS_2

*Г.Б.Абдуллаев, Г.И.Абуталыбов, А.А.Алиев
Л.С.Ларионкина, И.К.Нейман-заде, Э.Ю.Салаев*

Впервые установлено, что фотолюминесценция монокристалла TlInS_2 моноклинной модификации вблизи края фундаментального поглощения при 1,8К обусловлена излучательной рекомбинацией свободных и связанных экситонов.

Слоистые монокристаллы TlInS_2 кристаллизуются в шести политипных структурах: две — моноклинной, одна — триклинной, три — гексагональной модификации¹. Исследования поглощения TlInS_2 при низких температурах показали, что край фундаментального поглощения кристалла имеет сложную структуру, обусловленную образованием свободных экситонов^{2,3}. Данные о поглощении ниже 5К и об излучении отсутствуют.

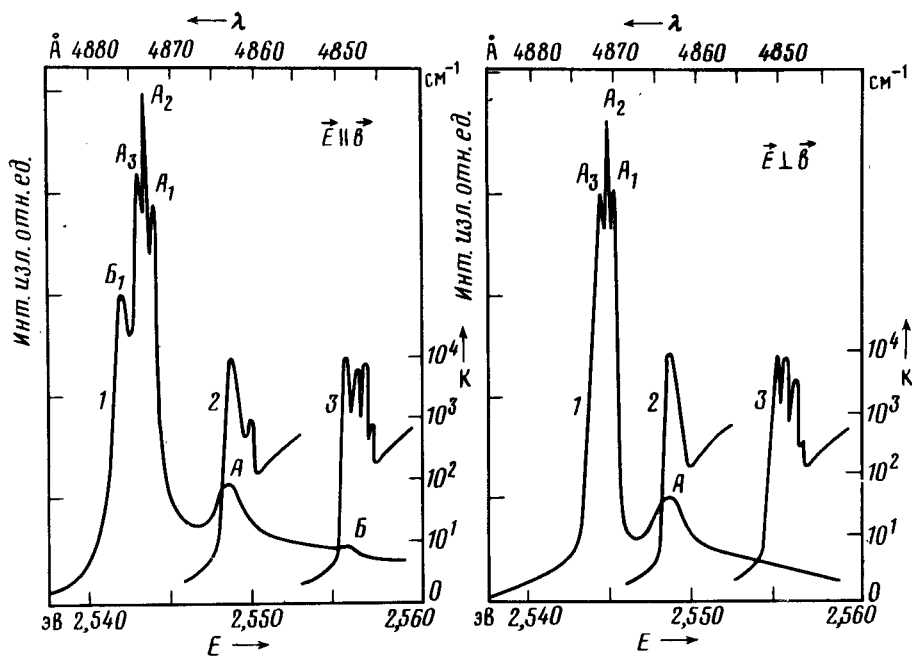
В настоящей работе приведены первые результаты исследований фотолюминесценции и поглощения вблизи края фундаментального поглощения кристалла TlInS_2 при 1,8К. Фотолюминесценция возбуждалась излучением аргонового лазера ЛГ-69 ($\lambda_{\text{возб}} = 4765 \text{ \AA}$) и исследовалась со стороны освещенной лазером поверхности образца в направлении, близком к нормали к слою, содержащему ось "b" второго порядка. В качестве источника света при исследовании поглощения использовалась лампа накаливания. Исследуемый световой сигнал поляризовался и после спектрометра ДФС-12 регистрировался системой синхронного детектирования. Образцы изготовляли непосредственно перед измерением методом скалывания вдоль плоскости спаянности из монокристаллов, выращенных по методу Бриджмена. Рентгеноструктурный анализ образцов выявил наличие в них двух политипов моноклинной модификации TlInS_2I и TlInS_2II (пространственная группа симметрии C_s^4) в соответствии с известными данными³.

На рисунке приведены спектры фотолюминесценции¹ и поглощения^{2,3} монокристалла TlInS_2 при 1,8К для поляризации $E \parallel b$ и $E \perp b$. Наблюдаемые в спектрах поглощения различные по энергетическому положению края фундаментального поглощения с тонкой структурой, обусловленной образованием свободных экситонов, объясняются наличием двух политипов в исследуемых монокристаллах рис. 1² — TlInS_2I , рис. 1³ — TlInS_2II .

Как выяснилось из многочисленных экспериментов по поглощению участок кристалла, содержащий только один политип моноклинной модификации, имеет размеры не более $\sim 0,3 \times 0,3 \times 0,003 \text{ мм}^3$. Добиться надежной регистрации фотолюминесценции участка образца такого размера, находящегося внутри гелиевого криостата с многочисленными, рассеивающими свет стеклянными перегородками, не представлялось возможным, поэтому люминесценцию регистрировали с большей площади того же образца, охватывающей оба политипа.

Энергетические положения наблюдаемых линий фотолюминесценции следующие: $A - 2,5490 \text{ эВ}$, $B - 2,5569 \text{ эВ}$, $A_1 - 2,5443 \text{ эВ}$, $A_2 - 2,5438 \text{ эВ}$, $A_3 - 2,5434 \text{ эВ}$, $B_1 - 2,5422 \text{ эВ}$. Совпадение энергетических положений линий люминесценции A , B и максимумов экситонного поглощения при 1,8К указывает на то, что эти линии излучения связаны с резонансной аннигиляцией свободных экситонов в двух политипах моноклинной модификации монокристалла TlInS_2 .

Линии фотолюминесценции, используя их поляризационные зависимости можно разделить на две группы: A , A_1 , A_2 , A_3 и B_1 , B . Отметим, что при 4,2К линии A_1 , A_2 , A_3 , B_1 сливаются, а уже при 10К исчезают, при этом интенсивность линий A и B незначительно возрастает. Как показал эксперимент интенсивности линий A_1 , A_2 , A_3 , B_1 изменяются по линейному закону в зависимости от уровня возбуждения. Линии A_1 , A_2 , A_3 , B_1 более интенсивные, чем A и B , имеют полуширины 0,5; 0,4; 0,4; 1,5 мэВ и отстоят от A и B по энергии



Спектры фотолюминесценции (1) и поглощения (2, 3) монокристалла TIInS_2 при 1,8 К для поляризаций $E \parallel b$, $E \perp b$

на 0,0047, 0,0052, 0,0056 и 0,0147 эВ соответственно. Сравнение этих значений с данными ИК поглощения и Раман – рассеяния монокристалла TIInS_2 ⁴ исключает возможность объяснения линий люминесценции механизмом экситон-фононного взаимодействия. Следовательно, зависимость интенсивности линий A_1 , A_2 , A_3 , B_1 от уровня возбуждения, их энергетические положения и полуширины, а также температурные и поляризационные зависимости указывают на то, что наиболее возможным механизмом появления этих линий является излучательная рекомбинация связанных экситонов в двух политипах моноклинной модификации монокристалла TIInS_2 .

О результатах исследования поглощения монокристалла TIInS_2 будет отдельное сообщение.

Авторы выражают благодарность А.А.Каплянскому, В.К.Субашиеву, Б.С.Разбирину и Б.В.Новикову за обсуждение и ценные советы.

Литература

1. Абдуллаева С.Г., Абдинбеков С.С., Гусейнов Г.Г. Доклады АН Азерб. ССР 1980, XXXVI, с. 34.
2. Абуталыбов Г.И., Абдуллаева С.Г., Зейналов Н.И. ФТП, 1982. 16, 2086.
3. Абуталыбов Г.И., Нейман-заде И.К. Тезисы Всесоюзного совещания "Экситоны в полупроводниках-82", 1982, Ленинград, с. 65.
4. Gasanly N.M., Gonsharov A.F., Melnic N.N., Ragimov A.C., Tagirov V.V. Phys. Status Sol (b), 1983, 116, 427.

Поступила в редакцию

4 августа 1983 г.

После переработки

21 октября 1983 г.