

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$

Э.М. ГОДЖАЕВ, И.Р. НУРИЕВ, А.М. НАЗАРОВ, С.Г. ДУНЬЯМАЛИЕВА

Институт Фотозлектроники АН Азербайджана,
370141, Баку, ул. Ф.Агаева, 555 квартал

В представленной работе приведены результаты исследования фотопроводимости твердых растворов $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$ ($0 \leq x \leq 0,06$).

Установлено, что спектры фотопроводимости твердых растворов $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$ с увеличением содержания празеодима в решетке $TlInS_2$ смещаются в сторону длинноволновой области, что объясняется уменьшением ширины запрещенной зоны.

$TlInS_2$ с параметрами элементарной ячейки $a=8,20 \text{ \AA}$, $c=6,16 \text{ \AA}$ относится к классу полупроводников $A^{III}B^{IV}C_2^{VI}$, кристаллизующихся в тетрагональной сингонии с пр. гр. D_{4h}^{18} [1-3]. Имеются сведения об образовании твердых растворов на основе $TlInS_2$ в системе $TlInS_2-TlPrS_2$ [4]. Эти кристаллы интересны тем, что в них происходят структурные фазовые переходы при низких температурах [5].

В настоящей работе приведены результаты исследования фотопроводимости твердых растворов $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$.

Измерения проводили по методике [6]. Монокристаллы $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$ ($0 \leq x \leq 0,06$) выращивали методом Бриджмена-Стокбаргера; они имели слоистое строение и легко скалывались в виде тонких пластин. Омичность контактов обеспечивали вплавленные индиевые токоъемники, нанесенные на боковые грани образцов так, что электрическое поле имело направление вдоль естественных слоев кристалла. Расстояние между электродами составляло 0,3-0,4 см. Фотопроводимость (ФП) измерялась при стационарном освещении образцов перпендикулярно слоям. Спектры ФП воспроизводились в разных кристаллах одного и того же состава.

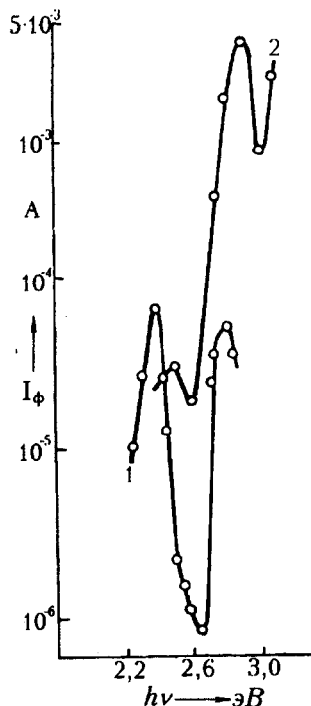


Рис. 1. Спектральное распределение фототока $TlInS_2$ при 300 К (1) и 77 К (2).

На рис.1 приводятся нормированные спектры ФП кристаллов $TlInS_2$ при 300 К (1) и 77 К (2), снятые при неполяризованном освещении. На спектральном распределении фототока (СРФТ) $TlInS_2$ при 300 К наблюдаются два четко выраженных максимума ФП при 2,4 и 2,8 эВ (кривая 1). Положение максимума 2,4 эВ удовлетворительно согласуется с данными работы [6] и связано с началом перехода зона-зона. Более коротковолновой максимум связан, по-видимому, с особенностью зонной структуры кристаллов $TlInS_2$. Максимум с энергией 2,81 эВ наблюдается также в дифференциальном спектре поглощения $TlInS_2$ при 120 К в работе [7], который авторы связывают с расщеплением валентной зоны за счет спин-орбитального взаимодействия. При понижении температуры до 77 К оба максимума ФП смещаются в коротковолновую сторону спектра и соответствуют энергиям 2,5 и 2,86 эВ (кривая 2). Длинноволновой максимум при 2,5 эВ близок к энергии экситонного перехода, и средний коэффициент $dE/dT \approx 6 \cdot 10^{-4}$ эВ/град для обоих максимумов удовлетворительно согласуется с данными работ [4].

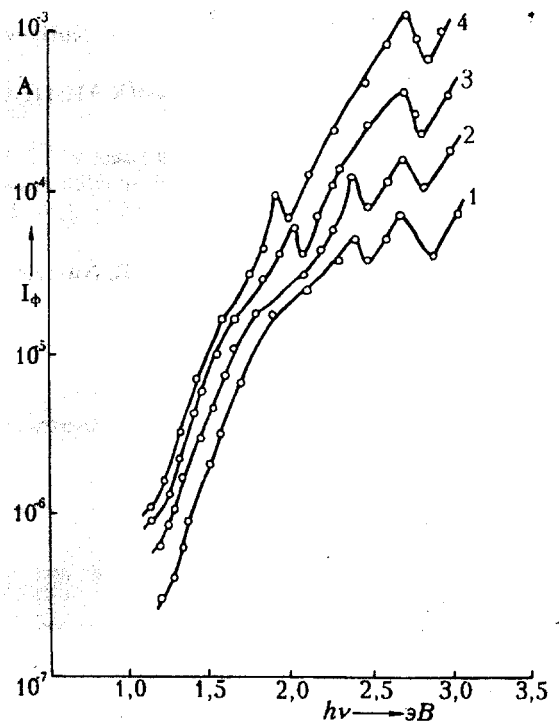


Рис. 2. Спектральное распределение фотопроводимости в твердых растворах $TlIn_{1-x}Pr_xS_2$ при 300 К; $x=0,01$ (1); 0,02 (2); 0,05 (3); 0,06 (4).

При температуре $T=300\text{K}$ фоточувствительность твердых растворов $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ различного состава охватывает широкую область спектра 0,5-3,1 эВ (рис.2, крив. 1,2,3,4). С увеличением содержания празеодима в TlInS_2 спектры ФП смещаются в сторону меньших энергий. В кристаллах состава $x=0,01$ наблюдаются два четко выраженных максимумов фототока при 2,3 и 2,6 эВ (кривая 3), соответствующие данным работ [8] посвященным исследованию фотопроводимости TlInS_2 . Составы соответствующие $x=0,01; 0,05; 0,06$ (кривые 2,3,4) имеют завышенную фоточувствительность по сравнению с TlInS_2 на 1,5 и 2 порядка.

Смещение спектров ФП с увеличением x , в сторону длинных волн свидетельствует об уменьшении ширины запрещенной зоны твердых растворов.

На рис.3 приведена температурная зависимость ширины запрещенной зоны TlInS_2 при 77-300K, определенные различными методами. Кривая построена на основе данных, полученных методами фотолюминесценции (1), электропоглощения (2) и λ -модуляции краевого поглощения (3), приведенных в работах [2-7]. Там же приведены и нами полученные данные (4).

Как видно из рисунка, эти значения хорошо укладываются на одну прямую, что свидетельствует о достоверности полученных результатов.

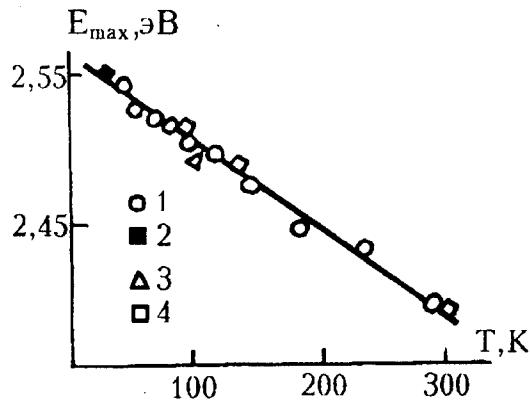


Рис. 3. Значения ширины запрещенной зоны E_g TlInS_2 при 77, 100 и 300 K, полученные методами фотолюминесценции (1), электропоглощения (2), λ -модуляции краевого поглощения (3) и наши данные (4).

[1] Э.М. Годжаев. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук. Баку, ФИАН Аз.ССР, 1972, 139 с.
 [2] M.Ya. Bakirov, N.M. Zeinalov, S.G. Abdullayeva, V.A. Gajiyev and E.M. Gojayev. Solid State Communications, 1982, v. 44, № 2, p. 205-207.
 [3] А.Э. Бахышов, С.Р. Самедов, М. Бенямин, В.Э. Багаев, С. Булес, В.М. Тагиров. ФТП, 1983, т.17, №3, с. 493-496.
 [4] Э.М. Годжаев. Докт. дисс. на соискание ученой степени докт. физ.-мат. наук. Баку, ФИАН Аз. ССР, 1985, с. 341.

[5] А.А. Волков, Ю.Г. Гончаров, Г.В. Козлов, К.Р. Аллахвердиев, Р.М. Сардарлы. ФТТ, 1983, т. 25, в.12, с. 3583-3585.
 [6] А.М.Ахмедов, А.Э.Бахышов, А.А.Лебедев, М.А. Якобсон. ФТП, 1978, т. 12, № 3, с. 520 - 523.
 [7] К.Р.Аллахвердиев, С.С.Бабоев, Н.А.Бахышев, Т.Г.Мамедов, Г.И. Пересада, М.М. Шукюров, Э.Ю. Салаев. ФТП, 1984, т. 18, в. 9, с. 1704-1706.
 [8] И.А.Карпович, А.А. Червова, Л.И.Демидова, Е.И. Леонов, В.М. Орлов. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, 1978, т.12, №13, с. 580-583.

Э.М. Qocayev, H.R. Nuriyev, A.M. Nəzərov, S.Q. Dünyamalyeva

$\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ BƏRK MƏHLULLARININ FOTOKEÇİRİCİLİYİ

Təqdim olunmuş işdə $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ ($0 \leq x \leq 0,06$) bərk məhlullarının fotekeçiriciliyinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ bərk məhlullarının fotekeçiricilik spektrləri TlInS_2 qəfəsində prazediumun miqdarının artması ilə uzun dalğalar oblastına tərəf sürüşür ki, bu da qadağan olunmuş zonanın eninin azalması ilə izah olunur.

E.M. Gojayev, H.R. Nuriyev, A.M. Nazarov, S.G. Duniyaliyeva

PHOTOCONDUCTIVITY OF $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ SOLID STATE SOLUTIONS

The results of investigation of photoconductivity of $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ ($0 \leq x \leq 0,06$) solid state solutions are given in present paper. It is established that $\text{TlIn}_{1-x}\text{Pr}_x\text{S}_2$ photoconductivity spectra with the of Pr content in TlInS_2 lattice are shifted to long wave range that is explained by the decrease of the forbidden band width.