

УДК 621. 315. 592

ОПТИЧНІ СПЕКТРИ ВІДБИВАННЯ ТА ПАРАМЕТРИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ТЕЛУРИД РТУТІ – СУЛЬФІД РТУТІ**Р.В. Герасимчук**

Проведено вимірювання оптичних спектрів відбивання монокристалів твердого розчину системи телурид ртуті – сульфід ртуті різного молярного складу в області основного поглинання та на основі аналізу одержаних спектрів визначено параметри енергетичної зонної структури цих кристалів. Установлено лінійні залежності енергій прямих міжзонних переходів від молярного складу твердого розчину. Шляхом екстраполяції цих залежностей до сульфиду ртуті визначено енергії прямих міжзонних переходів у сульфіді ртуті кубічної модифікації.

Проведены измерения оптических спектров отражения монокристаллов твердого раствора системы телурид ртути – сульфид ртути различного молярного состава в области основного поглощения и на основе анализа полученных спектров определены параметры энергетической зонной структуры этих кристаллов. Установлены линейные зависимости энергий прямых междузонных переходов от молярного состава твердого раствора. Путем экстраполяции этих зависимостей к сульфиду ртути определены энергии прямых междузонных переходов в сульфиде ртути кубической модификации.

Телурид ртуті та сульфід ртуті утворюють між собою неперервний ряд твердих розчинів заміщення, які належать до перспективних напівпровідникових матеріалів, енергетична зонна структура яких вивчена недостатньо [1]. Вимірювання оптичних спектрів відбивання та поглинання дає можливість безпосередньо та надійно визначити параметри енергетичної зонної структури: енергетичні щільності в критичних точках зони Брилюена, спин-орбітальні розщеплення зон та інші.

У даній статті досліджені спектри відбивання монокристалічних зразків твердого розчину $\text{HgS}_x\text{Te}_{1-x}$ різного складу ($x = 0; 0,1; 0,3; 0,4$) в інтервалі енергій фотонів 1,8 – 5,7 еВ. Монокристали цього твердого розчину вирошені методом Бріджмена. Вимірювання спектрів відбивання проведені при нормальному падінні променів і температурі 295 К на зразках, оброблених у полірувальному травнику. Хімічний склад зразків визначався за їх густиною та параметром кристалічної ґратки.

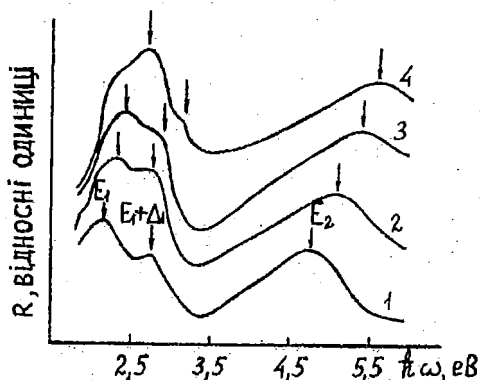


Рис. 1. Залежність коефіцієнта відбивання R твердого розчину HgS_xTe_{1-x} від енергії фотонів:

1 — $x = 0$; 2 — $x = 0,1$; 3 — $x = 0,3$; 4 — $x = 0,4$

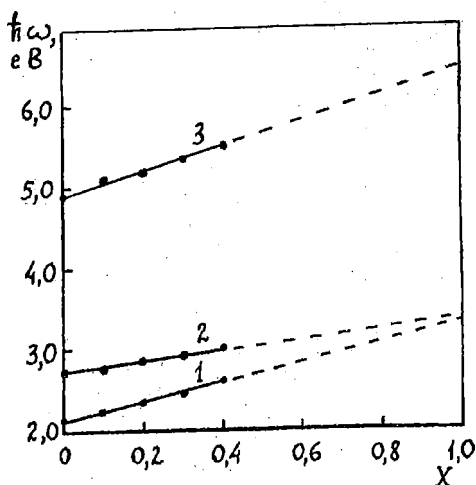


Рис. 2. Залежність енергетичного положення піків відбивання від складу твердого розчину HgS_xTe_{1-x} :

1 — пік E_1 ; 2 — пік $E_1 + \Delta_1$; 3 — пік E_2

твердому розчині. Енергетичний інтервал Δ_1 при цьому систематично зменшується з ростом X , а його екстрапольоване до $X = 1$ значення виявляється близьким до нуля в межах похибок вимірювань. Екстраполяція залежностей енергетичних положень піків E_1 і $E_1 + \Delta_1$ до $X = 1$ свідчить про те, що в сульфіді ртуті при енергії фотонів 3,40 – 3,50 еВ реалізуються прямі міжзонні переходи $\Lambda_{3v} \rightarrow \Lambda_{3c}$, причому величина спин-орбітального розщеплення Δ_1 практично дорівнює нулю. Лінійна в межах $0 \leq X \leq 0,4$ залежність енергетичного положення піка E_2 від хімічного складу твердого розчину дала змогу шляхом екстраполяції цієї залежності до $X = 1$ знайти значення енергії E_2 в кристалі сульфід ртуті, яке виявилось рівним 6,35 – 6,40 еВ. Визначені екстраполяцією значення енергій E_1 та E_2 добре узгоджуються з теоретичними розрахунками та результатами прямих вимірювань цих енергій у сульфіді ртуті [1].

Виявлена лінійна залежність енергій прямих міжзонних переходів E_1 , $E_1 + \Delta_1$ та E_2 від вмісту сірки в дослідженому твердому розчині свідчить про те, що в змішаних монокристалах HgS_xTe_{1-x} має місце проміжний тип енергетичної зонної структури порівняно із зонною структурою бінарних сполук телуриду ртуті та сульфід ртуті.

Спектральні розподіли коефіцієнта відбивання досліджених зразків у відносних одиницях показані на рис. 1. Як бачимо, у спектрах відбивання твердих розчинів спостерігаються два інтенсивні піки відбивання E_1 та E_2 на відміну від спектра бінарної сполуки телуриду ртуті, де також чітко виражений пік $E_1 + \Delta_1$ (крива 1), який у спектрах твердих розчинів виявляється як слабка структура. Слід відзначити появу в спектрі зразка $x = 0,1$ порівняно добре вираженого максимуму при енергії 1,9 еВ, який потім спостерігається і в спектрах зразків з більш високим вмістом сульфід ртуті (криві 3 і 4). Усі вказані піки відбивання із збільшенням вмісту сульфід ртуті в твердому розчині закономірно змінюються в бік зростання енергій фотонів (рис. 2).

Піки у спектрах відбивання досліджених зразків ідентифіковані відповідно до теорії енергетичних зон кристалів.

Піки відбивання E_1 і $E_1 + \Delta_1$ зумовлені прямими міжзонними переходами $\Lambda_{3v} \rightarrow \Lambda_{3c}$, де Δ_1 — спин-орбітальне розщеплення валентної зони Λ_{3v} , а пік E_2 пов'язаний з переходами $X_{3v} \rightarrow X_{1c}$ на межі зони Брилюена [2].

Як видно з рис. 2, характерні енергії E_1 , $E_1 + \Delta_1$ та E_2 лінійно зростають із збільшенням вмісту сірки в

1. Биленький Б.Ф., Филатова А.К. Сульфид ртуті: получение и применение. Львов, 1988. 2. Физика и химия соединений А^{II} В^{VI} / Под ред. С.А. Медведева. М., 1970.