

СТРУКТУРА СПЕКТРА ОТРАЖЕНИЯ HgSe и ZnSe
В ОБЛАСТИ 2—5, 64 эв ПРИ 20°K

И. Н. БОРИСОВ, В. В. МИХАЙЛИН, П. С. КИРЕЕВ

Изучение спектра отражения в области фундаментального поглощения дает ценную информацию о величине межзонных переходов в критических точках [1], которые служат исходными параметрами в расчетах зонной структуры полуэмпирическими методами [2, 3]. К числу наиболее важных параметров, интерпретация которых установлена с большой степенью вероятности, относятся переходы в области L -края (зоны 4—5), лежащие в исследуемой нами области спектра. При расчете форм-факторов [2, 3] известные данные при комнатной температуре по положению пиков отражения, соответствующие L -краю, экстраполируют с какой-то степенью точности к 0°K, что может привести к значительной ошибке, поскольку неточность в форм-факторе порядка 0,01 Ry может приводить к значительному изменению в положении уровней в рассчитанной по зонной модели, что в свою очередь сказывается на интерпретации рассчитанного из такой зонной схемы спектра ϵ_2 .

Измерение спектров отражения при 20°K позволит получить более точные сведения о величинах межзонных переходов, форм-факторов и, следовательно, уточнить структуру зон исследуемых соединений.

Нами были изучены спектры отражения селенидов ртути и цинка в области 2—5,64 эв при температурах 295 и 20°K. Методика проведения эксперимента изложена в работе [4]. Используемые образцы HgSe и ZnSe были монокристаллами с высокой степенью совершенства. Образцы HgSe обрабатывались в травителе состава $3\text{NaOH}:1\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3:2\text{H}_2\text{O}$, образцы ZnSe получены скалыванием.

На рис. 1 и 2 представлены спектры отражения монокристаллов селенидов ртути и цинка при 295 и 20°K. Положение максимумов отражения E_1 и $E_1 + \Delta_1$ в обоих материалах при комнатной температуре (пунктирная линия) находится в разумном согласии с данными по отражению [2, 5], электроотражению [6] и пропусканию [7] (таблица 1). В HgSe нами впервые отмечены пик при 2,42 эв (A) и структура при 2,73 эв (ϵ_1).

При температуре 20°K спектры заостряются за счет уменьшения конечного времени жизни фононов и сдвигаются в сторону больших энергий за счет уменьшения электрон-фононного взаимодействия [1]. Увеличение степени разрешения спектров позволило в отражении HgSe и ZnSe обнаружить новые пики при 3,17 и 5,15 эв соответственно, обозначенные как $\epsilon_1 + \Delta_1$, а также плечо в HgSe при 5,13 эв (табл. 1).

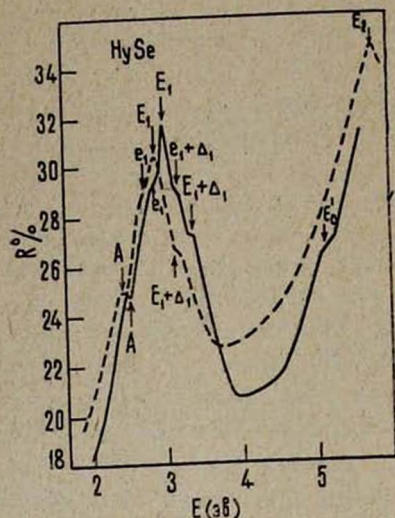


Рис. 1. Спектр отражения HgSe в области 2—5,64 эв. Пунктирной линией представлены данные при 295°K, сплошной — при 20°K.

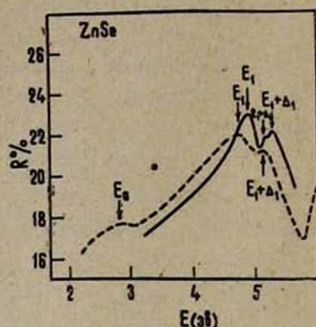


Рис. 2. Спектр отражения ZnSe в области 2—5,64 эв. Пунктирной линией представлены данные при 295°K, сплошной — при 20°K.

Таблица

ПОЛОЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ В ОТРАЖЕНИИ (В ЭВ) И СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ МЕЖЗОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ

ПРЕДЛАГАЕМАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ		?		$L_{4v}, L_{5v} \rightarrow L_{6v}$		$L_{4v}, L_{5v} \rightarrow L_{1c}$		$A_{4v}, A_{5v} \rightarrow A_{6v}$		$A_{4v}, A_{5v} \rightarrow A_{1c}$		$A_{4v}, A_{5v} \rightarrow A_{3c}$		
НАИМЕНОВАНИЕ ПИКОВ		A		e_1		$e_1 + \Delta_1$		E_1		$E_1 + \Delta_1$		E_0		
ТЕМПЕРАТУРА (°K)		295	20	295	20	295	20	295	20	295	20	295	20	
ИССЛЕДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ	HgSe	НАШИ ДАННЫЕ	2.42	2.47	2.73	2.87	—	3.17	2.89	3.03	3.21	3.34	—	5.13
		ЛИТЕРАТ. ДАННЫЕ	—	—	—	—	—	—	2.83 ^(77°K)	3.15 ^(77°K)	3.25 ^(77°K)	—	5.08 ⁶	—
		ТЕМПЕРАТУР. КОЭФ. 10^{-4} эВ/°K	1.8	—	5.1	—	—	—	5.1	—	4.7	—	—	—
	ZnSe	НАШИ ДАННЫЕ	—	—	—	—	—	5.15	4.74	4.82	5.11	5.26	6.08	—
	ЛИТЕРАТ. ДАННЫЕ	—	—	—	—	—	—	—	4.8 ¹	—	5.15 ²	—	—	—
	ТЕМПЕРАТУР. КОЭФ. 10^{-4} эВ/°K	—	—	—	—	—	—	—	2.9	—	5.4	—	—	—

Интерпретация структуры отражения полупроводников группы $A^{II}B^{VI}$ в области L -края подробно обсуждалась в работах [8, 9]. Структура $E_1 - E_1 + \Delta_1$ в обоих материалах приписана нами в соответствии с расчетами зонной структуры методом псевдопотенциала [2] с переходом в точке A , на расстоянии $\sim 0,7$ от точки Γ , в точке L , где найдена критическая точка типа M_1 при 4,7 эв (без учета спин-орбитального расщепления валентной зоны в точке Λ_{3c}).

Структура $e_1 - e_1 + \Delta_1$ в HgSe приписана нами переходам в точке L , поскольку величина спин-орбитального расщепления Δ_1 из дублета $e_1 - e_1 + \Delta_1$ практически равна Δ_1 из дублета $E_1 - E_1 + \Delta_1$. В ZnSe

[2] была получена критическая точка типа Мо при 4,59 эв в точке L , и мы связали нашу структуру при 5,15 эв со вторым компонентом расщепленного дублета $e_1 - e_1 + \Delta_1$. Некоторый сдвиг по энергии может быть обусловлен тем, что в расчете [2] использовались экспериментальные данные, полученные при комнатной температуре. Полученные нами данные подтверждают ранее высказанное предположение [10] о том, что переходы в точке L будут идти при более низких энергиях и с меньшими интенсивностями, чем в точке Δ (спин-орбитальное расщепление L_{30} практически равно спин-орбитальному расщеплению Δ_{30}).

Структуру при 5,13 эв в HgSe мы интерпретируем как первый или второй компонент расщепления пика $E'_0 - E'_0 + \Delta'_0$ в соответствии с предположением [5] для соединений группы $A^{III}B^V$. Эта структура вызвана переходами в точке Δ . Будущие точные расчеты структуры зон селенида ртути подтвердят или поставят под сомнение нашу интерпретацию.

Московский институт стали и сплавов,
МГУ, физ. фак.

Поступила 4.IX.1970

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дж. Филлипс, Оптические спектры твердых тел. М., 1968.
2. M. Balkauski, J. Petroff, Solid State Comm., 7, 459 (1969).
3. M. L. Cohen, T. K. Bergstresser, Phys. Rev., 141, 789 (1966).
4. И. Н. Борисов, П. С. Киреев, В. В. Михайлин, Изв. АН АрмССР, Физика, 5 (1970).
5. M. Cardona, J. Appl. Phys., 325, 10, 2151 (1961).
6. M. Cardona, L. Thaklee, Phys. Rev., 154, 696 (1967).
7. В. В. Соболев, Оптика и спектроскопия, XVIII, 813 (1965).
8. M. Cardona, Proc. Int. Conf., Phys. Semicond., Paris, 180, 1964.
9. F. H. Pollak, Proc. Int. Conf., II—VI, Comp. Providence., 552, 1967.
10. D. Brust, Phys. Rev., 134, 5A, 1337 (1964).

HgSe-ի եւ ZnSe-ի ԱՆՌԱՌԱՐՁՄԱՆ ՍՊԵԿՏՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ 2—5,64
ԷՎ ՄԻՋԱԿԱՅՔՈՒՄ 20° К ՋԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ի. Ն. ԲՈՐԻՍՈՎ, Պ. Ս. ԿԻՐԵԵՎ, Վ. Վ. ՄԻԽԱԻԼԻՆ

Հոդվածում ուսումնասիրվում են HgSe-ի և ZnSe-ի անդրադարձման հարցերը 2—5,64 էՎ միջակայքում 20° К ջերմաստիճանի դեպքում: Անդրադարձման մաքսիմումների տեղաբաշխությունը կարելի է օգտագործել հետազոտվող նյութերի զոնային կառուցվածքի ճշգրիտ հաշվման դեպքում:

THE STRUCTURE OF ZnSe AND HgSe REFLECTION SPECTRA IN 2—5,64 EV ENERGY RANGE AT 20°K

I. N. BORISOV, P. S. KIREEV, V. V. MIKHAILIN

The reflection spectra of ZnSe and HgSe are measured in the photon energy range 2 to 5,64 ev at 295°K and 20°K. The new data in the reflection spectra of HgSe at 2,47; 2,87 and 5,13 ev and ZnSe at 5, 15 ev are reported.