

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ В ДАЛЬНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

© А.Г.Белов, А.И.Белогородов, В.М.Лакеенков,
Л.М.Либерант, Н.А.Смирнова

Государственный институт редких металлов, Москва, Россия
(Получена 28 апреля 1995 г. Принята к печати 3 июня 1995 г.)

Работа посвящена исследованию спектров отражения монокристаллических образцов $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Te}$ ($0.0132 \leq x \leq 0.0677$) в дальней инфракрасной области ($\nu \leq 200 \text{ см}^{-1}$) при комнатной и азотной температурах. В указанный спектральный интервал попадает полоса остаточных лучей теллурида кадмия. Однако в работе в первую очередь изучается поведение частотной зависимости коэффициента отражения за полосой остаточных лучей ($\nu < 130 \text{ см}^{-1}$), поскольку именно здесь обнаруживаются некоторые интересные особенности спектров отражения $R(\nu)$.

Спектры отражения исследованных образцов были получены при температурах $T = 295$ и 78 К с помощью фурье-спектрометра IFS-113 v (фирма «Bruker», ФРГ) в интервале волновых чисел $\nu = 500\text{--}30 \text{ см}^{-1}$. Измерения проводились на двух сторонах каждого из шести образцов, которые представляли собой плоскопараллельные пластины произвольной формы с размерами не менее $5 \times 5 \text{ мм}^2$. Параметры образцов приведены в таблице. Образцы после резки подвергались химико-механической полировке с двух сторон в растворе: этиленгликоль и 4% Vr_2 в HBr (1 : 1 по объему), после чего химически полировались в (2–4)% Vr_2 в HBr в течение 10–15 с. При этом предполагалось, что при химико-механической полировке полностью удаляется нарушенный слой, возникший после резки. Это подтвердилось в результате селективного травления в растворе состава: 2 объемные части $\text{HF} + 3$ объемные части 50% водного CrO_3 . Остатков нарушенного слоя обнаружено не было.

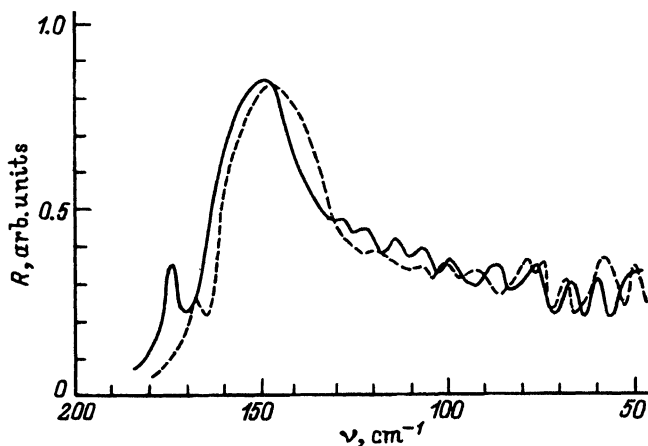
Состав образцов определялся по формуле [1]

$$x = (6.4825 - a)/0.31, \quad (1)$$

где a — период решетки в ангстремах. Период решетки определялся на дифрактометре «Дрон-3» (излучение CuK), погрешность измерения составляла $\pm 0.0003 \text{ \AA}$.

N п.п.	Толщина образца, мкм	Содержание цинка x , мол.доли	Глубина залегания		Примечания
			оптической границы d_{opt} , мкм		
			$T = 295$ K	$T = 78$ K	
1	980	0.0132	160 ± 20	150 ± 15	Интерференция выражена слабо
2	840	0.0265	—	—	
3	570	0.0390	90 ± 10	140 ± 10	Нерегулярная интерференция
4	920	0.0458	170 ± 10	170 ± 20	
5	740	0.0513	180 ± 10	200 ± 20	
6	750	0.0677	190 ± 20	145 ± 10	

Типичные спектры отражения при $T = 295$ и 78 K представлены на рисунке (образец 4 в таблице). Коротковолновая часть спектра ($\nu > 130$ см $^{-1}$) особого интереса не представляет: она типична для теллурида кадмия, легированного цинком. Полоса остаточных лучей состоит из двух мод: основной ($\nu \simeq 150$ см $^{-1}$), присущей чистому теллуриду кадмия [2,3], и дополнительной ($\nu \simeq 170$ см $^{-1}$), обусловленной наличием цинка [4,5]. В длинноволновой части спектра ($\nu < 130$ см $^{-1}$) видны чередующиеся максимумы и минимумы, свидетельствующие о наличии в образце оптической границы, ответственной за возникновение наблюдаемой более или менее регулярной интерференционной картины. Из рисунка видно также, что при охлаждении образца до температуры жидкого азота спектр отражения изменяется незначительно. Подобная картина характерна и для спектров отражения, снятых на противоположной стороне образца. Для других образцов ситуация сходная: только для образца 2 интерференционная картина оказалась сильно размытой.



Спектры отражения образца 4 (см. таблицу) при температурах $T = 295$ K (штриховая линия) и $T = 78$ K (сплошная линия).

Традиционный подход к обработке спектров отражения при наличии интерференции (определения порядка интерференции для различных экстремумов, вычисление значений коэффициента преломления и т.д.) позволяет рассчитать толщину слоя, ответственного за возникновение интерференционной картины, или, что то же самое, глубину залегания оптической границы в предположении, что она расположена параллельно отражающей поверхности образца. Так, для образца 4 на спектрах отражения можно различить до десяти интерференционных минимумов; при этом глубина залегания оптической границы, d_{opt} оказывается равной (170 ± 10) мкм при $T = 295$ К и (170 ± 20) мкм при $T = 78$ К; для других образцов аналогичные величины приведены в таблице. Как видно из таблицы, положение оптической границы в каждом отдельно взятом образце на зависит от температуры. Исключения составляют образцы 3 и 5, для которых значения d_{opt} , отвечающие разным температурам, разнятся больше, чем на величину погрешности измерения.

Можно утверждать, что коль скоро интерференционная картина имеет место, должна существовать и оптическая граница, ответственная за ее возникновение. Какие-либо определенные выводы о природе этой границы делать пока преждевременно, но некоторые соображения высказать вполне уместно. Так, например, при наличии оптической границы для коэффициента отражения оптического излучения R , справедливо следующее соотношение:

$$R = \frac{(n - n')^2 + (k - k')^2}{(n + n')^2 + (k + k')^2}, \quad (2)$$

где n и k , n' и k' — соответственно показатели преломления и коэффициенты экстинкции матрицы и материала, образующего оптическую границу. Так как известно, что, n и n' близки между собой, то, чтобы $R(\nu)$ заметно отличалось от шума, значения k и k' должны сильно различаться друг от друга. Если учесть, что в рассматриваемом спектральном интервале определяющим механизмом поглощения излучения является поглощение свободными носителями заряда, то мы придем к следующей модели изучаемого объекта.

В однородной матрице (теллурид кадмия, легированный цинком) параллельно плоским поверхностям образца с той и с другой стороны на глубине (100–200) мкм расположены достаточно тонкие области материала, сильно обогащенные носителями заряда («металлическая фольга»). Если предположить, что такая «фольга» состоит из того же теллурида кадмия p -типа проводимости, то можно оценить параметры этой фольги. Расчеты дают следующие значения: толщина фольги $d_f \simeq 10$ мкм, концентрация дырок в ней $p = 5 \cdot 10^{18}$ см $^{-3}$ при $T = 300$ К, что на 3–5 порядков превышает концентрацию дырок в матрице. Это одна из возможных гипотез, отнюдь не претендующая на исчерпывающее объяснение наблюдаемого эффекта.

- [1] A. Tanaka, Y. Masa, S. Seto, T. Kawasaki. J. Cryst. Growth, **94**, 166 (1989).
- [2] A. Mitsuishi. J. Phys. Soc. Japan., **16**, 533 (1961).
- [3] A. Manabe, A. Mitsuishi, H. Yoshinaga. Japan. J. Appl. Phys., **6**, 593 (1967).
- [4] Л.К. Водопьянов, Е.А. Виноградов, А.Е. Цуркан, Н.И. Витриховский. ЖПС, **21**, 320 (1974).
- [5] Е.А. Виноградов, Л.К. Водопьянов. КСФ, **11**, 29 (1972).

Редактор Т.А. Полянская

On some particular properties of $Cd_{1-x}Zn_xTe$ reflection spectra in far infra-red region of the spectrum

*A.G. Belov, A.I. Belogorokhov, V.M. Lakeenkov, L.M. Liberant,
N.A. Smirnova*

State Institute of Rare Metals, Moscow
