

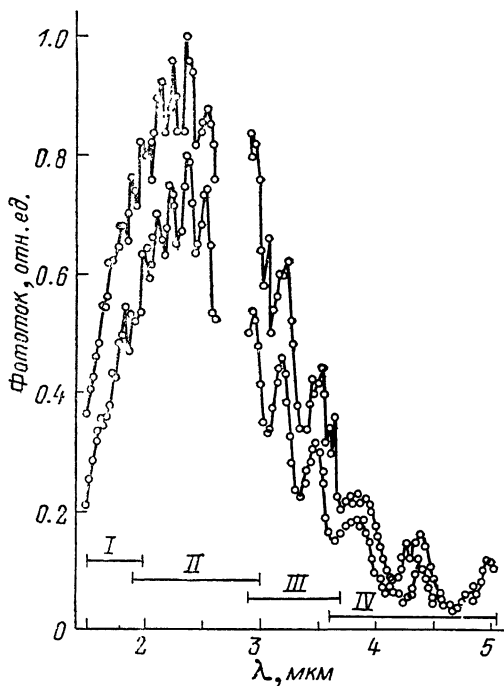
СПЕКТРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТИМУЛИРОВАННОЙ F-СВЕТОМ ИК-ФОТОПРОВОДИМОСТИ В ОКРАШЕННЫХ КРИСТАЛЛАХ NaCl

Е. В. Коровкин, Т. А. Лебежкина

В [1] приводилась спектральная характеристика стимулированной F-светом инфракрасной фотопроводимости окрашенных кристаллов NaCl в диапазоне 1.2—2.4 мкм. Используя в качестве источника монохроматического излучения спектрометр ИКС-21 с призмой из фтористого лития, источником — глобаром, окнами и линзами из флюорита и газонаполнителем — сухим азотом, удалось расширить диапазон измерений до 5 мкм и увеличить точность измерений за счет увеличения интенсивности света и возможности точного ее измерения, предусмотренной в спектрометре. Верхняя граница (5 мкм) определялась использованием в криостате «холодных» окон из сапфира. Газонаполненный оптический тракт позволил избавиться от линий поглощения паров воды и углекислого газа. К сожалению, наличие гидроксильных групп в материале используемой нами призмы не позволило выполнить корректные измерения в интервале 2.6—2.9 мкм.

Методика измерений аналогична описанной в [1]. В диапазонах: I) 1.5—2.0, II) 1.93—3.0, III) 2.9—3.7, IV) 3.6—5.0 мкм устанавливалась щель соответственно 0.4, 0.5, 0.75, 1.0 мм, что позволяло, сохраняя разрешение не хуже

50 нм (50 нм на коротковолновом участке диапазона и около 35 нм на длинноволновом), поддерживать максимально возможную интенсивность света. Ошибка в неточности сшивки двух диапазонов примерно равна ошибке измерений на сшиваемых концах этих диапазонов. Спектральная характеристика представлена на рисунке для $T=40$ (верхняя кривая) и 9 К (нижняя кривая). Чтобы избежать наложения двух кривых друг на друга, они даны в разных масштабах. Не указаны также ошибки измерений на нижней кривой — они равны ошибкам соответствующих точек верхней кривой. Обращает на себя внимание сложность характеристики. Наличие большого количества пиков можно попытаться объяснить тем, что исследуемые ИК-ловушки представляют собой ансамбль ловушек разного типа, каждый из которых и дает определенный пик этой сложной кривой. Возможность этого была проверена нами в следующем эксперименте. Если заполнить электронами обычным способом (дозированный по интенсивности, длительности и спектру импульс F-света) весь ансамбль этих ловушек, а затем опустошить часть из них монохроматическим импульсом ИК-света, то в зависимости от длины волны этого ИК-света спек-



Спектр ИК-фотопроводимости.

тральная характеристика должна измениться: если опустошать ловушки светом, соответствующим коротковолновому краю общего спектра, то должны опустошиться ловушки, дающие пики в этой области, и остаться заполненными ловушки, дающие пики в длинноволновой области спектра. Противоположные изменения можно получить, если опустошать ловушки ИК-светом, соответствующим длинноволновому краю спектра.

В качестве таких длин волн были выбраны $\lambda = 1.5$ и 3.85 мкм. Длительность импульса выбиралась такой (15—30 с), чтобы для длин волн соответственно 2.0 и 3.85 мкм получить уменьшение фототока после обработки в 2—3 раза. Оптимальный выбор — в любом другом случае мы резко уменьшаем либо глубину определяемого нами в этом эксперименте воздействия на спектр, либо полезный сигнал электрометра, что в обоих случаях делает эксперимент невыполнимым. Из-за сложности подробного измерения спектра по точкам во всем диапазоне (а это предполагает: а) заполнение ловушек под действием стандартного импульса F -света; б) обработку, если необходимо, образца импульсом света с $\lambda = \lambda_{\text{разр}}$ в течение выбранного времени, одинакового для всей серии точек; в) измерение спектра фотопроводимости в выбранной точке λ путем измерения амплитуды импульса фототока под действием короткого (1—1.5 с) импульса света этой длины волны; г) полное опустошение всех ловушек мощным импульсом ИК-света, чтобы избежать их накопления от точки к точке, после чего вся эта процедура точно повторяется для измерения в следующей точке спектра) изменение спектра регистрировалось по изменению его в семи точках: 2.0, 2.35, 2.95, 3.15, 3.85, 4.40 мкм.

Результаты эксперимента представлены в таблице, где A_0 — фототок (произвольные единицы) без предварительной обработки ИК-светом; A — фототок после обработки светом с $\lambda = \lambda_{\text{разр}}$; $M = [A(\lambda)/A_0(\lambda)] : [A_0(\lambda_0)/A(\lambda_0)] \cdot 100\%$ — величина, характеризующая относительное изменение спектра; M_0 — предполагаемая величина M в случае наилучшего избирательного действия ИК-света; $\lambda_0 = 2.00$ мкм для $\lambda_{\text{разр}} = 1.5$ мкм и $\lambda_0 = 3.85$ мкм для $\lambda_{\text{разр}} = 3.85$ мкм. Как видно из этой таблицы, реальная величина M ни в коей мере не следует предполагаемой величине M_0 , а колеблется на уровне 100%, что доказывает отсутствие избирательного действия ИК-света: любой длины волны подсаживает сразу всю спектральную характеристику.

Таким образом, можно прийти к выводу о том, что мы имеем дело либо с одним типом ловушек, дающих сложную характеристику, либо с разными ловушками, но спектр каждой из них сложен. Они имеют широкий пик в области 2—5 мкм с максимумом около 2.5 мкм и могут отличаться друг от друга тонкой структурой. Это в сумме дает представленный на

Изменение спектра ИК-фотопроводимости при избирательном разрушении ИК-ловушек светом

$\lambda_{\text{разр}}$, мкм		λ , мкм						
		2.00	2.35	2.95	3.15	3.45	3.85	4.40
1.5	A_0	768	725	299	228	141	55	17
	A	384	427	141	118	63	25	8
	M , %	100	118	95	105	89	91	100
	M_0 , %	100						200
	A_0	810	768	275	204	118	46	19
	A	267	229	78	78	39	19	7
	M , %	100	90	77	105	90	112	100
	M_0 , %	100						270
3.85	A_0	810	768	275	204	118	46	
	A	267	267	94	71	39	18	
	M , %	97	100	90	90	87	100	
	M_0 , %	263					100	

рисунке спектр и обрывает на неудачу эксперимент по избирательному разрушению. При этом возможно некоторое изменение в соотношении концентраций каждого типа ловушек и, как следствие, некоторое изменение тонкой структуры результирующего спектра. Возможно, этим объясняется большой разброс величины M , достигающий $\pm 20\%$, что, по оценкам, превышает точность наших измерений.

Список литературы

[1] Коровкин Е. В., Лебедкина Т. А. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 9. С. 2807—2809.

Институт физики твердого тела
АН СССР
Черноголовка, Московской обл.

Поступило в Редакцию
2 января 1990 г.

В окончательной редакции
15 марта 1991 г.

УДК 536.6 : 669.788

© Физика твердого тела, том 33, № 8, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 8, 1991

О КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ СКАЧКА ЭНТРОПИИ ПРИ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ $\beta-\alpha'$ В СПЛАВАХ NbH_x

Н. И. Сорокина, М. М. Александрова

В работе [1] по измерению коэффициента термоэдс α в гидридах ниобия NbH_x была обнаружена аномалия концентрационной зависимости $\alpha(x)$ в неупорядоченной α' -фазе, начинавшаяся при $x_s \sim 0.71$, с резким минимумом при $x_c = 0.82$ (рис. 1, б). Возможность таких концентрационных аномалий $\alpha(x)$ обсуждалась ранее в работе Вакса и Орлова [2], где отмечалось, что они могут отражать наличие существенных изменений электронной структуры NbH_x при $x \geq x_s$. В последующей работе Вакса и Зиненко [3] обсуждалась теория фазового перехода типа порядок—беспорядок $\beta-\alpha'$ в NbH_x , в частности значения энтропии перехода

$$\Delta S(x) = S_{\alpha'}[x, T_{\alpha'}(x)] - S_{\beta}[x, T_{\beta}(x)],$$

где $S_{\alpha'}$ и S_{β} — энтропия в α' - и β -фазе; $T_{\alpha'}(x)$ и $T_{\beta}(x)$ — температуры начала и конца превращения при понижении температуры для фиксированного x . Была предсказана необычная концентрационная зависимость $\Delta S(x)$ со «ступенеобразным» ростом при $x = 0.77$, связанным с резким ростом параметров порядка в этой области. В то же время имевшиеся экспериментальные данные [4] не подтверждали этого предсказания, указывая на плавную зависимость $\Delta S(x)$ (рис. 1, а), что побудило авторов [3] рассматривать также и альтернативные модели, хуже описывающие фазовую диаграмму NbH_x .

Поскольку в коэффициенте термоэдс $\alpha(x)$ для NbH_x аномалии в концентрационной зависимости уже наблюдались [1], интересно было проверить на тех же образцах также и предсказание [3] об аномальной концентрационной зависимости скачка энтропии $\Delta S(x)$.

Измерения теплоты $\beta-\alpha'$ -перехода проводились на дифференциальном сканирующем микрокалориметре ДСМ-2М при разных скоростях нагрева, от 2 до 32 К/мин. В качестве реперного вещества использовался индий с температурой плавления 156.6 °С. Точность определения температуры составляла ± 1 °С. Точность измерений энтальпии $\Delta H = \pm 3\%$. Навески гидридов весили 2—4.5 мг.

Границы фазовых переходов $\beta-\alpha'$ исследуемых гидридов ниобия, определенные нами из положений скачков энтальпии ΔH , неплохо согла-