

ОРИЕНТАЦИОННЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ NH₄Br АКТИВИРОВАННЫХ МЕДЬЮ

М. К. Курманов, Т. А. Кукетаев и В. М. Юров

При температуре $T=235$ К в кристаллах NH₄Br наблюдается фазовый переход, связанный с разупорядочиванием тетраэдрических ионов аммония NH₄, а структура изменяется от неупорядоченной CsCl-типа к упорядоченной тетрагонального типа [1]. В последнее время много внимания уделяется исследованию разнообразных физических процессов, протекающих в окрестности фазового перехода типа порядок—беспорядок (λ -переход) в кристаллах галоидов аммония.

Целью настоящей работы является изучение поведения динамических и статических параметров примесных ионов меди в окрестности λ -перехода в кристаллах NH₄Br.

Спектроскопия Cu⁺-центров в аммонийно-галоидных кристаллах изучена нами подробно в [2-4]. Измерения проводились в азотном кристате обычным фотоэлектрическим методом с внесением в спектры всех необходимых поправок.

Спектры возбуждения кристаллов NH₄Br, активированных медью, имеют в основном две полосы; с повышением концентрации меди появляются дополнительные полосы, связанные с образованием сложных центров. Длинноволновая полоса в спектре возбуждения связывается нами с переходом $d^{10} \rightarrow d^9s$, запрещенным в свободных ионах меди правилом Лапорта, коротковолновая полоса — с разрешенным переходом $d^{10} \rightarrow d^9p$. Полоса излучения связывается с переходом $d^9s \rightarrow d^{10}$ [2-4]. Наличие больших стоксовых потерь и гауссова форма полос, связанных с электронными переходами $d^{10} \rightleftharpoons d^9s$, свидетельствует о сильном взаимодействии электронных состояний примесного центра с колебаниями решетки, что позволяет воспользоваться простой моделью гармонического осциллятора. В этом случае температурная зависимость полуширин полос возбуждения и излучения описывается формулой

$$\delta_{1,2}(T) = \delta_{1,2}(0) \operatorname{cth}^{1/2} \left(\frac{\hbar\omega_{1,2}}{2kT} \right),$$

где $\delta(T)$ и $\delta(0)$ — полуширины полос возбуждения и излучения при температурах T и 0 К соответственно. Индекс 1 соответствует полосам возбуждения, а 2 — полосам излучения. Исследуя температурную зависимость спектральных полос, мы определили эффективные частоты колебаний решетки ω_1 и ω_2 , с которыми взаимодействует Cu⁺-центр в основном и возбужденном состояниях (см. таблицу).

Изменение спектральных характеристик Cu⁺-центра при λ -переходе в NH₄Br

Фаза	E^I , эВ	E^x , эВ	$\omega_1 \cdot 10^{14}$, с ⁻¹	$\omega_2 \cdot 10^{14}$, с ⁻¹	S_0^x	S_0^I	E_e , эВ	x_0 , Å	ρ	Q , эВ
II (CsCl неупорядоченная)	2.85	4.80	2.15	2.45	6.9	6.1	3.41	0.009	0.95	0.14
III (тетрагональ упорядоченная)	2.84	4.81	1.16	1.35	12.3	11.0	3.39	0.017	0.96	0.03

По общеизвестным формулам квазиклассического приближения были рассчитаны основные параметры Cu⁺-центра в двух кристаллических модификациях с использованием экспериментальных значений максимальных спектральных полос и эффективных частот колебаний, взаимодействующих

с примесным центром. Результаты расчета сведены в таблицу. Здесь E^x и E^I — максимумы полос спектра возбуждения и излучения, связанных с переходом $d^{10} \rightleftharpoons d^9s$, S_0^x и S_0^I — «эффективные факторы Хуанга—Риса», характеризующие величину электрон-фононного взаимодействия; E_e — энергия чисто электронного перехода, x_0 — конфигурационная координата в модели потенциальных кривых, $\rho = E_r/E_e$ (E_r — энергия электронного перехода $d^{10} \rightarrow d^9s$ в свободном ионе меди) — «коэффициент сжатия» энергетических уровней примесного иона; в случае меди наблюдается увеличение энергии перехода при введении примеси в кристалл, поэтому $\rho < 1$.

Величина Q — энергия активации безызлучательного перехода в Cu^+ -центре, определенная из температурной зависимости квантового выхода люминесценции медных центров.

При ориентационном фазовом переходе в NH_4Br наблюдается скачкообразное изменение всех параметров центра люминесценции (см. таблицу). Статические параметры центра (связанные с взаимодействием ионов), к которым мы относим величины E^x , E^I , E_e и ρ , при изменении структуры основного вещества изменяются незначительно. Динамические параметры (связанные с колебаниями ионов) x_0 и Q при фазовом переходе изменяются довольно существенно.

Таким образом, изменение спектральных характеристик ионов меди при изменении структуры основного вещества обусловлено прежде всего изменением характера и величины взаимодействия электронных состояний примесного центра с колебаниями решетки.

Литература

- [1] H. A. Levy, S. W. Peterson. J. Am. Chem. Soc., 75, 1536, 1953.
- [2] Т. А. Кукетаев, М. К. Курманов. Тез. докл. V Всес. симп. по спектроскопии кристаллов, активированных редкими землями и элементами группы железа, 139. Казань, 1976.
- [3] Т. А. Кукетаев, М. К. Курманов. В сб.: Физические исследования, вып. 3, 74. Караганда, 1976.
- [4] М. К. Курманов, Т. А. Кукетаев, В. С. Старцев, В сб.: Химия твердого тела, вып. 2, 121. Свердловск, 1978.

Поступило в Редакцию 17 августа 1979 г.

УДК 535.317.1

СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОГО ПУТИ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Д. А. Рахимов и В. Д. Тронько

Общей проблемой в системах записи голограмм является отсутствие стабильности интерференционных полос в плоскости голограммы. Это в первую очередь связано с вибрацией голографического стола, теплового дрейфа, изменением частоты лазера или турбулентностью воздуха вокруг системы. Все это ведет к ухудшению контрастности и дифракционной эффективности голограмм. Выбором массивных элементов и амортизаторов [1, 2] можно в значительной мере подавить вибрации. Понизить влияние вибраций можно выбором оптической схемы, например, использованием клиновидной пластинки [3], а также используя метод мгновенной голографической интерферометрии [4]. Однако перечисленные способы не устраняют влияния турбулентности воздуха, теплового дрейфа и т. д. Поэтому для стабилизации положения получаемых в голографии интерференционных изображений используют фотоэлектрическую следящую систему с обратной связью, которая компенсирует все перечисленные выше