

Литература

- [1] С. Н. Багаев, Е. В. Бакланов, В. П. Чеботаев. Препринт № 25, ИФП, СО АН СССР, Новосибирск, 1972; Письма в ЖЭТФ, 16, 344, 1972.
- [2] D. R. Herriott, H. Ischulte. Appl. Opt., 4, 883, 1965.
- [3] В. Н. Лисицын, В. П. Чеботаев. ЖЭТФ, 54, 419, 1968.
- [4] P. H. Lee, M. L. Skolnick. Appl. Phys. Lett., 10, 303, 1967.
- [5] R. L. Barger, I. L. Hall. Phys. Rev. Lett., 23, 4, 1969.

Поступило в Редакцию 1 апреля 1973 г.

УДК 535.377

РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ ФЛЮОРИТА, НЕСТАБИЛЬНЫЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 77° К

Н. Е. Каск, Л. С. Корниенко и П. В. Чернов

В работе [1] были обнаружены дырочные радиационные дефекты флюорита, не стабильные при температуре 77° К. Освещая при температуре 4.2° К кристаллы облученные при 77° К, авторы наблюдали связанные с рекомбинацией этих дефектов низкотемпературные пики термолюминесценции (ТЛ) и свечение кристаллов при температуре 4.2° К.

В настоящей работе исследована природа этих дефектов методами фотостимулированной ТЛ и резкого охлаждения кристаллов, описанными в [1]. Были использованы монокристаллы флюорита, выращенные методом Стокбаргера во фторидирующей атмосфере. Концентрация примесей редкоземельных ионов (Ce, Pr, Nd, Sm, Tb, Dy, Ho, Er, Tm) в шихте составляла 0.3 вес.%. Кристаллы облучались γ -излучением (энергия 1.2 Мэв, доза 10^7 рентген) при температуре 77° К. Кривые ТЛ регистрировались фотоприемником с фотоумножителями ФЭУ-17А и ФЭУ-22. Скорость нагревания образцов 0.1 градуса в секунду. Освещение кристаллов производилось при температуре 4.2° К лампой накаливания мощностью 170 вт в течение 5 мин.

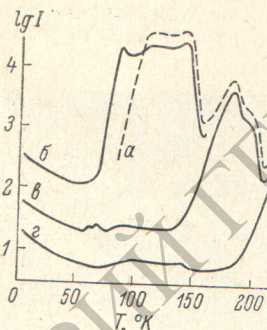


Рис. 1. Кривые ТЛ кристалла $\text{CaF}_2\text{:Tm}$.

a — облученного при 77° К, *б* — облученного при 77° К и освещенного при 4.2° К, *в* — облученного при 77° К, отогретого до 150° К и освещенного при 4.2° К, *г* — облученного при 77° К, отогретого до 210° К и освещенного при 4.2° К. Интенсивность свечения *I* изменена в относительных единицах.

Результаты исследования для кристаллов $\text{CaF}_2\text{:Tm}$ приведены на рис. 1 и 2. У кристалла, облученного при 77° К (рис. 1, *a*), самым низкотемпературным является пик 115–140° К, связанный с движением и рекомбинацией V_K -центров (т. е. дырок, локализованных на двух соседних узельных ионах фтора [2]). У этого же кристалла, освещенного при 4.2° К, на кривой *б* ТЛ (рис. 1) видны фотоиндуцированные пики 60–65 и 85° К. Фотоиндуцированный пик 85° К наблюдался нами у флюорита с примесью ионов Ce, Pr, Nd, Sm, Dy, Ho, Er и Tm. Положение этого пика не меняется от иона к иону. По интенсивности этот пик сравним с пиком 115–140° К и образует с ним непрерывный континуум пиков 85–140° К.¹ Если же перед освещением кристалл отогреть до температуры 150° К, при которой распадаются все V_K -центры, то интенсивность фотоиндуцированного пика 85° К резко падает (рис. 1, *в*). Таким образом, дефекты, соответствующие пику 85° К, образуются при фотовозбуждении V_K -центров.

Эти дефекты образуются также при тепловом возбуждении V_K -центров: если кристалл нагреть до температуры 120° К (рис. 2, кривая *a*), при которой движутся и рекомбинируют V_K -центры, а затем прервать процесс их движения резким охлаждением кристалла до 4.2° К, то на кривой ТЛ такого кристалла также появляется пик 85° К (рис. 2, *б*). Спектр ЭПР этих дефектов совпадает со спектром ЭПР V_K -центров. По-видимому, непрерывный континуум пиков 85–140° К соответствует освобождению V_K -центров из мало различных по глубине ловушек. При этом естественно предположить, что низкотемпературный край континуума (пик 85° К) соответствует движению автолокализованных V_K -центров.

¹ Подобный континуум пиков наблюдался [3] у кристаллов $\text{CaF}_2\text{:Gd}$, облученных при 4.2° К, причем пик 85° К был наиболее интенсивным.

Фотоиндуцированный двойной пик $60 \div 65^\circ \text{K}$ (рис. 1, *e*) наблюдался у флюорита с Ce, Sm, Dy, Ho, Er и Tm. Его отсутствие в случае остальных ионов-активаторов, по-видимому, связано с недостаточной чувствительностью фотоприемника. Положение этого пика не зависит от иона-активатора. Дефекты, соответствующие этому пику, также принадлежат к семейству V_K -центра [1]. Сравнение кривых *b*—*g* (рис. 1) показывает, что эти дефекты образуются при фотовозбуждении в основном не V_K -центров, а центров, рекомбинации которых соответствует пик $180 \div 200^\circ \text{K}$.² При тепловом возбуждении этих центров дефекты, соответствующие пику $60 \div 65^\circ \text{K}$, также образуются с гораздо большей вероятностью (кривая *e*, рис. 2), чем при тепловом возбуждении V_K -центров (рис. 2, кривая *b*). При этом пик $60 \div 65^\circ \text{K}$ всегда сопровождается равным (с точностью около 20%) с ним по светосумме пиком $85 \div 140^\circ \text{K}$ (кривые *e* на рис. 1 и *e* на рис. 2). Этот факт получает естественное объяснение, если предположить, что пик $60 \div 65^\circ \text{K}$ связан с движением и рекомбинацией парных V_K -центров; второй V_K -центр, оставшийся после рекомбинации парного центра, неподвижен при $60 \div 65^\circ \text{K}$ и рекомбинирует как одиночный V_K -центр, т. е. дает вклад в пик $85 \div 140^\circ \text{K}$.

Кроме пиков $60 \div 65$ и 85°K при световом и тепловом возбуждении кристалла наблюдается также свечение при температуре 4.2°K , спадающее после окончания возбуждения. Это свечение дает спадающий фон на кривых *b*—*g* (рис. 1) и *b*, *e* (рис. 2). Светосумма этого свечения значительно превосходит светосумму пика 85°K в случае ионов-активаторов с малым сродством к электрону (Ce, Pr и особенно Tb, у которого пик 85°K , не различим на фоне этого свечения) и сравнима с ней в случае ионов-активаторов с большим сродством к электрону (Sm и Tm). По-видимому, это свечение вызвано туннельной рекомбинацией V_K -центров, попавших после возбуждения в ближайшие координационные сферы центра рекомбинации — двухвалентного иона примеси.

Авторы благодарят А. О. Рыбалтовского за предоставление данных по ЭПР центров, соответствующих пику 85°K , и В. И. Назарова за помощь в проведении экспериментов.

Литература

- [1] Н. Е. Каск, Л. С. Корниенко, А. А. Ложников, П. В. Чернов. ФТТ, 12, 3437, 1970.
- [2] J. H. Beaumont, W. Hayes, D. L. Kirk, G. P. Summers. Proc. Roy. Soc. Lond., A315, 69, 1970.
- [3] R. W. Ward, P. W. Whirprey. Canad. J. Phys., 50, 1409, 1972.

Поступило в Редакцию 27 марта 1973 г.

УДК 539.194

ЗАВИСИМОСТЬ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ПОСТОЯННЫХ ОТ ПАРАМЕТРОВ УНИТАРНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

В. И. Толмачев

В задаче определения центробежных постоянных молекул из наблюдаемых вращательных уровней энергии возникает вопрос о выделении определяемых центробежных постоянных [2]. Это связано с тем фактом, что собственные значения гамильтониана неизменны при проведении унитарных преобразований, в то время как центробежные постоянные меняют свои значения. Настоящее сообщение посвящено расчету зависимости центробежных постоянных от параметров унитарного преобразования.

² В работе [2] пику $180 \div 200^\circ \text{K}$ сопоставляется распад V_H -центров, т. е. дырок, локализованных на междоузельном и соседнем узельном ионах фтора. Однако сложная структура пика допускает предположение о том, что кроме V_H -центров при этой температуре рекомбинируют и другие дырочные центры, не проявляющиеся в ЭПР.