

ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ ПРИ РЕКОМБИНАЦИИ ДЕФЕКТОВ ФРЕНКЕЛЯ

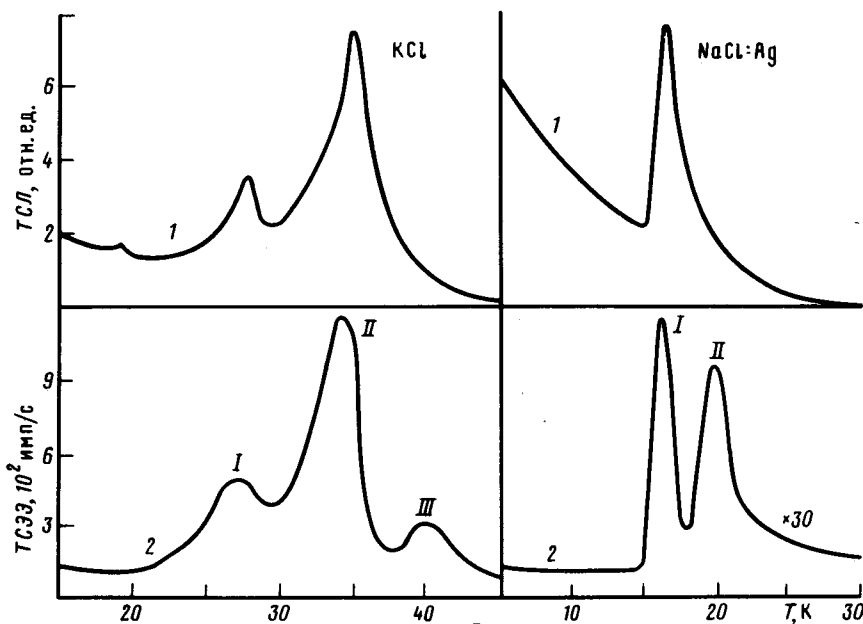
В.В.Бичевин, Х.Ф.Кяэмбре

Обнаружена термостимулированная электронная эмиссия с ионных кристаллов (КСI и NaCl : Ag), сопровождающая рекомбинацию дефектов Френкеля при гелиевых температурах.

Известно ¹, что в ионных кристаллах при рекомбинации термоделокализованных дырочных V_k -центров с электронными центрами (Pl^0 , F , F' и др.) возникает термостимулированная электронная эмиссия (ТСЭЭ). Она инициирована ионизацией электронных центров, принимающих энергию выделенную в актах рекомбинации. Мы желали выяснить, появляется ли подобная рекомбинационная ТСЭЭ также в процессах отжига френкелевских дефектов.

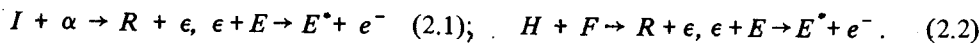
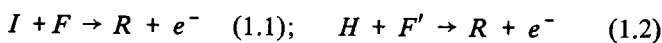
Она представляла бы интерес как новый источник информации об этих процессах и как проявление электронной эмиссии при экстремально низких температурах.

Наши эксперименты проводились на монокристаллических пластинках KCl и NaCl : Ag, припаянных индиевым сплавом к кристаллодержателю сверхвысоковакуумного криостата для эмиссионных исследований². Охлажденные до ≈ 5 К кристаллы облучались рентгеновской радиацией (W -анод, 60 кВ, Ве-окна, доза $1 \div 2$ кГр), после чего в ходе естественного нагрева (≈ 7 К/мин) синхронно регистрировались ТСЭЭ и термостимулированная люминесценция (ТСЛ). Датчиком ТСЭЭ был ВЭУ-ОТ-8М в режиме счета электронов, ТСЛ-ФЭУ-71, а температуры — транзистор КТ372 (точность $\pm 1 \div 2$ К).



Термоспектры ТСЛ (1) и ТСЭЭ (2) KCl и NaCl : Ag (0,5 М% в расплаве), X:—облученных при охлаждении жидким He

Типичные термоспектры ТСЭЭ и ТСЛ приведены на рисунке. Нам не известны другие наблюдения ТСЭЭ с диэлектриков при столь низких температурах (в³ исследовались металлы). Имеется явное соответствие между пиками ТСЭЭ и ТСЛ¹⁾, а также между пиками ТСЛ, обнаруженными нами и другими авторами, изучившими ТСЛ совместно с процессами термического отжига. I -, α -, F -, H - и V_K -центров в KCl и NaCl (например, ⁴⁻¹⁰). Это позволяет при выяснении процессов возникновения ТСЭЭ опираться на их результаты и выводы. Поскольку при нагреве от 5 до 50 К приобретают подвижность лишь интерстициальные компоненты френкелевских дефектов — вначале I -, а затем H - центры, а прямая термоионизация электронных центров невозможна, мы считаем, что ТСЭЭ инициирована подвижными интерстициалами. Допустимы следующие дефекто-химические реакции, приводящие к ТСЭЭ (ср. также с ¹¹):



Здесь I, H — подвижные интерстициалы, F, F', α — F -, F' - и α -центры, R — регулярная решетка, e^- — электрон проводимости, E — электронный центр, E^* — ионизационный E ,

1) Не разрешенные у нас пики ТСЛ KCl ≈ 40 К и NaCl ≈ 20 К четко проявлялись в ⁴⁻⁶.

ϵ — выделяемая энергия. Так как возникающие в реакциях (1.1) ÷ (2.2) электроны e^- имеют повышенную энергию, то наиболее горячие из них могут эмиттироваться. Эмиссию может облегчить приповерхностное электрическое поле в кристалле, вызванное рентгеновской фотоэмиссией во время облучения. При равных скоростях отжига дефектов одноступенчатые реакции (1.1 – 2) более эффективны для ТСЭЭ, чем двухступенчатые (2.1 – 2); процессы (1.1 – 2) более вероятны на стадиях отжига разделенных, нескоррелированных френкелевских пар. Пики ТСЭЭ, вероятно, исходят из следующих реакций: $KCl : I - (1.1)', (2.1); II - (1.1); III - (1.2), (1.1)'' , (2.2); NaCl : Ag : I - (1.1); II - (1.2), (1.1)'$. Несколько реакций указано в порядке убывания их предполагаемой вероятности, штрихи у (1.1) указывают на различное начальное взаимное расположение I - и F -центров. Данная интерпретация подлжет уточнению в дальнейших исследованиях, так как использование литературных данных несколько затруднено из-за различия в экспериментальных условиях и расхождений в выводах различных авторов.

Благодарим Б.А.Соркина за помощь в экспериментах, Ч.Б.Лущика за образцы и интерес к работе, Ю.В.Колка, Е.А.Васильченко и А.А.Эланго за участи в обсуждении результатов.

Литература

1. Bichevin V., Käambre H. Phys. Stat. Sol. (a), 1971, 4, 235; Sorkin B., Käambre H. Phys. Stat. Sol. (a), 1984, 83, K39; Kamada M., Tsutsumi K. J. Phys. Soc. Japan, 1981, 50, 3370.
2. Бичевин В., Кязмбре Х. Труды ИФ АН ЭССР, 1979, 49, 192.
3. Sujak B., Golek F. Proc. 6-th Int. Symp. on Exoemission and Applications, Ahrenshoop 1979, p. 108.
4. Aboltin D.E., Grabovskis V.J. et al. Phys. Stat. Sol. (a), 1978, 47, 667.
5. Tanimura K., Okada T. Phys. Rev. B, 1980, 21, 1690.
6. Лущик А.Ч., Колк Ю.В. и др. Труды ИФ АН ЭССР, 1986, 58, в печати.
7. Колк Ю.В. Труды ИФ АН ЭССР, 1984, 55, 106.
8. Purdy A., Murray R. Solid State Comm., 1975, 16, 1293.
9. Hayes W., Hodby J. Proc. Roy. Soc., 1966, A294, 359.
10. Lushchik Ch., Kolk J. et al. Phys. Stat. Sol. (b), 1982, 114, 103; Phys. Stat. Sol. (a), 1984, 86, 219.
11. Gerasimov A.B., Merkin M.M., Tsertsvadze A. A. Phys. Stat. Sol. (b) 1985, 128, 693.