

# РЕЛАКСАЦИЯ ПРОВОДИМОСТИ CsI ПОСЛЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ СУБНАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ЭЛЕКТРОНОВ

Б.П.Адуев, Г.М.Белокуров, В.Н.Швайко

Кемеровский государственный университет,  
650043, Кемерово, Россия  
(Поступило в Редакцию 17 февраля 1995 г.)

Использование метода двухфотонного поглощения пикосекундных лазерных импульсов позволило провести прямое экспериментальное измерение времен образования первичных радиационных дефектов: автолокализованных экситонов (АЛЭ) и  $F$ -центров в щелочно-галлоидных кристаллах. Оказалось, что в кристаллах KCl, KBr, NaCl, RbI эти времена составляют единицы, в лучшем случае десятки пикосекунд [ $1^{-4}$ ].

В [5] для изучения времени образования  $F$ -центров использовался другой способ возбуждения, а именно ускоритель электронов с субнаносекундным разрядником-обострителем (энергия электронов — 0.2 MeV, длительность импульса — 50 ps). Было установлено, что в кристалле KBr время образования  $F$ -центров не превышает длительности импульса ускорителя (рис. 1,а). Аналогичные результаты дали измерения и на кристаллах KCl и KI.

Однако при исследовании кристалла CsI те же авторы получили результаты, выпадающие из общей закономерности. Нарастание люминесценции АЛЭ в неактивированном кристалле при 80 K происходит за время  $\sim 1.5$  ns (рис. 1,б) [6]. Измерения в  $F$ -полосе показали, что нарастание поглощения составляет величину порядка 800 ps, далее наблюдается короткий компонент спада с временем релаксации  $\sim 1$  ns (рис. 1,с) [7].

Как известно, образование АЛЭ и  $F$ -центров происходит в результате рекомбинации электронов с  $V_k$ -центрами и последующей релаксации возбужденного экситонного состояния в основное либо с распадом на  $F$ - $H$ -пару дефектов. Следовательно, наблюдаемое время нарастания люминесценции АЛЭ и образования  $F$ -центров может определяться либо временем жизни электрона в зоне до рекомбинации, либо длительностью возбужденного состояния экситона. Авторы [6,7] связали это нарастание с первым процессом, т.е. с временем жизни электронов в зоне проводимости. Прямым доказательством этого предположения могло бы быть обнаружение монокристаллической проводимости, время затухания которой совпало бы с длительностью нарастания люминесценции АЛЭ и поглощения  $F$ -центров.

Нами разработана методика измерения проводимости при возбуждении кристаллов импульсами электронного ускорителя (0.25 MeV, 50 ps,  $10^2 - 10^4$  A/cm<sup>2</sup>), который описан в [8]. Временное разрешение ограничено применением кабельной линии задержки на время запуска развертки скоростного осциллографа С7-19 и составляет 200 ps.

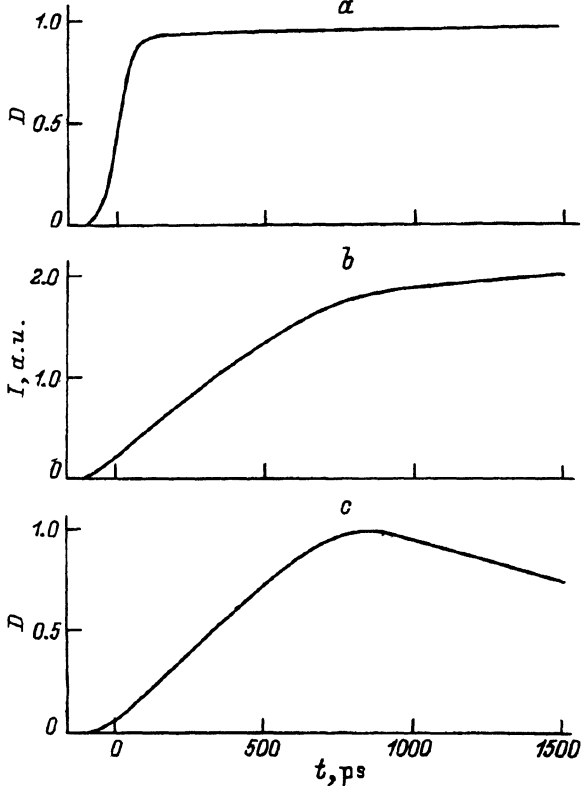


Рис. 1. а) Кинетика нарастания наведенного оптического поглощения  $F$ -центров в  $KBr$  при 300 К [5]. б) Кинетика нарастания люминесценции триплетного АЛЭ в  $CsI$  ( $h\nu = 3.62$  eV) при 80 К [7]. в) Кинетика релаксации наведенного оптического поглощения  $F$ -центров в  $CsI$  ( $h\nu = 1.58$  eV) при 300 К [6].

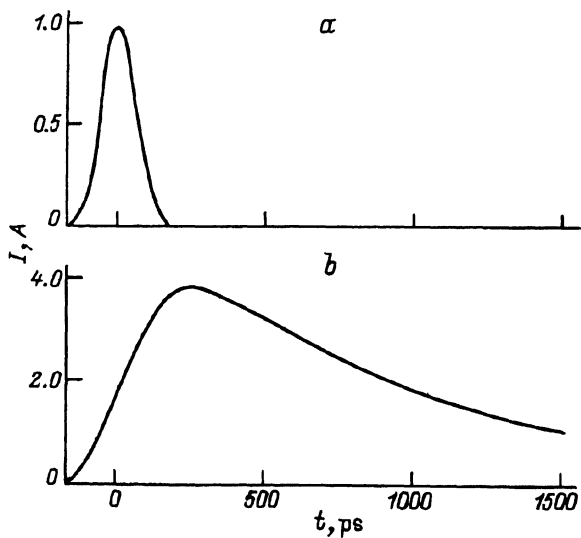


Рис. 2. Импульс тока проводимости  $KBr$  (а) и  $CsI$  (б) при 300 К.

Измерение кинетики релаксации проводимости на кристаллах NaCl и KBr показало, что быстрый компонент проводимости релаксирует с временем меньшим, чем временное разрешение методики. На рис. 2,а представлена осциллограмма импульса тока проводимости KBr, которая полностью повторяет импульс тока пучка электронов без образца.

Следовательно, в указанных образцах проводимость обладает пикосекундной инерционностью, что согласуется с представлениями о релаксационных процессах в этих кристаллах.

Совершенно иной результат получен на кристаллах CsI. Исследовались чистые кристаллы с содержанием неконтролируемой примеси  $10^{17} \text{ cm}^{-3}$ . На рис. 2,б представлена осциллограмма тока проводимости в этом кристалле. Безинерционный компонент проводимости отсутствует. Наблюдается быстрый компонент, затухание которого составляет  $\sim 1000 \text{ ps}$ , что хорошо совпадает с нарастанием поглощения в  $F$ -полосе и люминесценции АЛЭ. Этот результат, на наш взгляд, является прямым экспериментальным доказательством обсуждаемого выше предположения о том, что наблюдаемые характерные времена в оптических процессах обусловлены временем  $e-V_k$ -рекомбинации.

Работа выполнена при поддержке Международного научного фонда (грант № Y000).

#### Список литературы

- [1] Suzuki Y., Ohtani H., Taraqi S., Hirai M. J. Phys. Soc. Jap. **50**, 11, 3537 (1981).
- [2] Suzuki Y., Okumura M., Hirai M. J. Phys. Soc. Jap. **47**, 1, 184 (1979).
- [3] Williams P.T., Bradford J.N., Faust W.L. Phys. Rev. **B 12**, 12, 7038 (1978).
- [4] Williams P.T., Graig B.B., Faust W.L. Phys. Rev. Lett. **52**, 19, 1709 (1984).
- [5] Алукер Э.Д., Горбенко Б.З., Дейч Р.Г., Думбадзе Г.С., Тальвирский А.Д., Шпак В.Г. ФТТ **28**, 10, 3154 (1986).
- [6] Алукер Э.Д., Дейч Р.Г., Думбадзе Г.С. Письмо в ИСТФ **14**, 23, 2132 (1988).
- [7] Алукер Э.Д., Дейч Р.Г., Думбадзе Г.С. Изв. АН Латв ССР. Сер. физ. и техн. наук, **4**, 17 (1987).
- [8] Адуев Б.П., Шпак В.Г. ПТЭ **2**, 49 (1990).