

Релаксация проводимости CsI–Tl после возбуждения субнаносекундными импульсами электронов

© Б.П. Адуев, В.Н. Швайко

Кемеровский государственный университет,
650043 Кемерово, Россия

(Поступила в Редакцию 9 июня 1997 г.)

Исследована импульсная проводимость кристалла CsI–Tl с концентрацией $\text{Pb}^+ N = 8 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ при возбуждении электронным пучком (0.2 MeV , 50 ps , $10^2 - 10^4 \text{ A/cm}^2$). Показано, что амплитуда импульса тока проводимости падает почти на порядок по сравнению с "чистыми" кристаллами CsI, облучаемыми в аналогичных условиях. При этом сокращается время релаксации тока проводимости до $\tau = 100 \text{ ps}$. Следовательно, в условиях эксперимента, время жизни электронов в зоне проводимости контролируется захватом на Pb^+ -центры. Определено сечение захвата электрона Pb^+ -центром $\sigma = 7 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$, что по порядку величины совпадает с оценками для сечения захвата на нейтральный центр.

В наших предыдущих работах исследовалась нестационарная проводимость кристаллов CsI при возбуждении субнаносекундными пучками электронов [1,2]. Было показано, что импульс тока проводимости в CsI релаксирует при комнатной температуре за время $\sim 1 \text{ ns}$ по кинетике второго порядка. При этом наблюдается линейная зависимость амплитуды импульса тока проводимости от плотности возбуждения. Такое поведение, а также сопоставление с оптическими экспериментами [3,4] позволило сделать вывод о том, что наблюдаемое время релаксации связано с когерентным переносом электронов зоны проводимости, ограниченным рекомбинацией с V_k -центрами. Обработка экспериментальных кривых в рамках модели позволила оценить подвижность электронов $\mu = (8 \pm 2) \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ [2], что совпадает по порядку величины с подвижностью зонных электронов и подтверждает предыдущий вывод.

В связи с вышеизложенным представляет интерес проведение подобного эксперимента на кристаллах CsI, допированных контролируемой примесью. Если концентрация примеси достаточно высока, а время жизни электронов зоны проводимости определяется в основном на примесь, то по измеренному времени релаксации тока проводимости можно определить сечение захвата электрона на примесный центр

$$\sigma = (\nu\tau N)^{-1}, \quad (1)$$

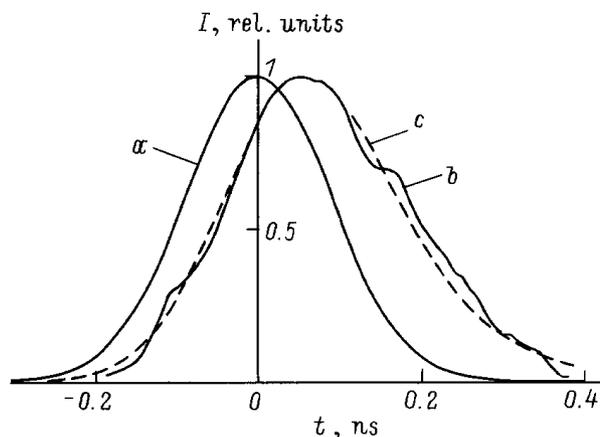
где ν — тепловая скорость электронов ($\nu = 1.75 \cdot 10^7 \text{ cm}^3/\text{s}$ при $T = 300 \text{ K}$), N — концентрация примеси.

Использовались кристаллы CsI, допированные ионами Pb^+ с концентрацией $N = 8 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Источник возбуждения — ускоритель электронов (0.2 MeV , 50 ps , $10^2 - 10^4 \text{ A/cm}^2$). Прямое временное разрешение экспериментальной методики составляет 150 ps . Обработка экспериментальных результатов с помощью интеграла свертки позволяет определить времена релаксации $\geq 20 \text{ ps}$. Измерения, проведенные для одинаковых размеров образцов и при одинаковой плотности возбуждения, показали, что амплитуда импульса тока проводимости

в CsI–Tl примерно на порядок ниже, чем в чистом CsI, а время релаксации резко сократилось. Следовательно, в условиях эксперимента время жизни электронов ограничено доминирующей реакцией $\text{Pb}^+ + e^- \rightarrow \text{Pb}^0$. Осциллограммы импульса возбуждения и импульса тока проводимости, совмещенные во времени, представлены на рисунке (центр импульса возбуждения помещен в начало координат). Обработку осциллограммы производили с помощью интеграла свертки

$$R(t) = \int_0^t W(t')F(t-t')dt', \quad (2)$$

где $R(t)$ — наблюдаемая экспериментальная зависимость, $W(t')$ — форма импульса возбуждения, $F(t-t')$ — импульсная функция отклика. Оказалось, что импульс возбуждения в наших условиях хорошо описывается нормальным распределением $W(t) = \exp\left(-\frac{2t^2}{w^2}\right)$, где $w = 180 \text{ ps}$ — параметр гауссиана, характеризующий длительность импульса. В качестве функции $F(t)$ приняли $F(t-t') = \exp(-(t-t')/\tau)$. Штриховая кривая



Осциллограммы импульса возбуждения (a) и импульса тока проводимости (b). (c) — расчетная осциллограмма.

получена расчетом по формуле (2) при значении параметра $\tau = 100$ ps. Используя формулу (1) и значения величин, в нее входящих, мы рассчитали значение $\sigma = 7 \cdot 10^{-16}$ см², что по порядку величины совпадает с оценками для сечения захвата на нейтральном центре.

Список литературы

- [1] Б.П. Адуев, Г.М. Белокуров, В.Н. Швайко. ФТТ **37**, 8, 2537 (1995).
- [2] Б.П. Адуев, А.В. Иголинский, В.Н. Швайко. ФТТ **38**, 3, 947 (1996).
- [3] Э.Д. Алукер, Р.Г. Дейч, Г.С. Думбадзе. Письма в ЖТФ **23**, 4, 2132 (1988).
- [4] Э.Д. Алукер, Р.Г. Дейч, Г.С. Думбадзе. Изв. АН ЛатвССР. Сер. физ. и техн. наук **17**, 4 (1987).