

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛУБОКИХ ЛОВУШЕК ЛЮМИНОФОРОВ ТЕРМОАКТИВАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Цель работы — составить программу для определения характеристик глубоких ловушек по полученным экспериментальным данным (кривые ТСЛ).

Исследование кривых ТСЛ может дать информацию о важных свойствах исследуемых объектов, необходимую для их практического использования. Получаемые путем облучения рентгеновским излучением образцов при температуре жидкого азота (77°К) или гелия (4°К) с последующим линейным нагревом кривые ТСЛ содержат в себе информацию о глубоких ловушках. Интерес представляют две характеристики исследуемых ловушек: энергия активации и эффективный частотный фактор.

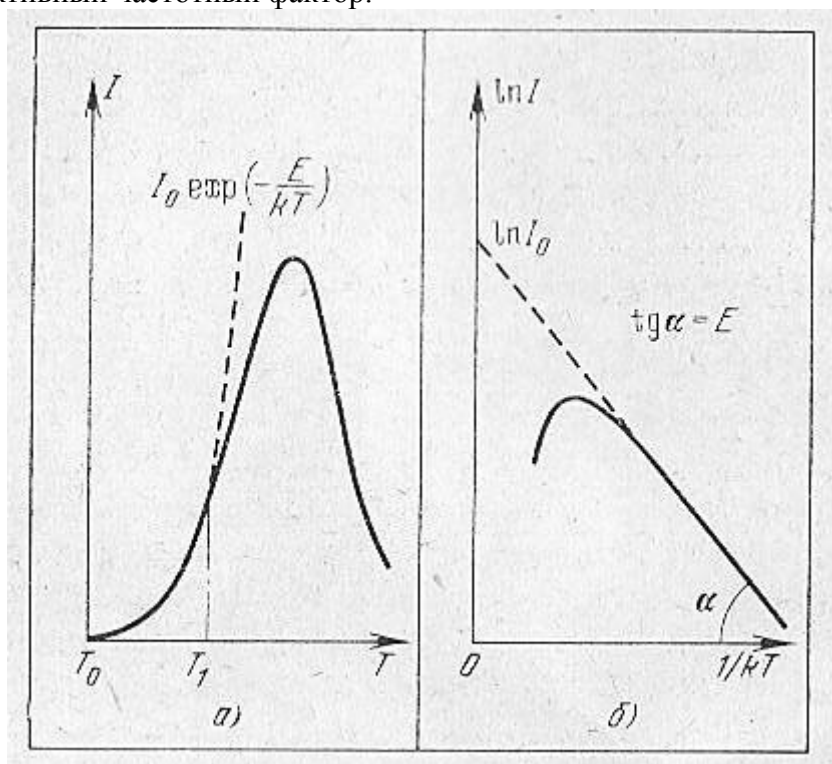


Рис. 1. Определение параметров дефектов по кривым ТСЛ при помощи метода начального подъема. Температурная зависимость интенсивности ТСЛ в режиме линейного нагрева (а); кривая интенсивности ТСЛ в координатах Аррениуса (б)

Существует несколько методов исследования кривых ТСЛ. Интерес представляли методы, в которых используется наибольшее количество экспериментальных точек, что означает меньшую погрешность (подходы, в которых используются отдельные точки, ведут к утере части информации) и простоту реализации этих методов в программе. Метод начального подъема [1, 2], представленный на рис. 1, был одним из подходящих по этим критериям способов анализа кривых ТСЛ. Он основывается на том, что при низких температурах относительное изменение концентрации носителей заряда, локализованных на центрах захвата, мало по сравнению с относительным изменением концентрации свободных носителей заряда. Таким образом, на начальном участке кривые ТСЛ независимо от характера кинетики релаксационного процесса имеют вид: $I(T) \cong I_0 \exp(-E/kT)$ из чего

следует, что начальный участок ТСЛ в координатах Аррениуса ($\ln(I) \propto 1/kT$) линеаризуется.

Наклон прямой, получающейся при построении начального участка кривой ТСЛ в координатах Аррениуса, позволяет рассчитать энергию активации, а точка пересечения этой прямой с осью ординат — эффективный частотный фактор исследуемого дефекта. Погрешность метода, как правило, не превышает 2–3%. Недостатком является возможность ошибки, связанной с наложением на область возрастания интенсивности пиков других ловушек. С целью контроля ошибок такого рода появилась идея использования еще одного метода. Таким методом стал способ подгонки расчетных зависимостей [2]. Энергия и частотный фактор определяются при этом из условия наилучшего совпадения экспериментальной и теоретической зависимостей. Способ приближает теоретическую кривую к экспериментальной кривой в окрестности максимума, что само по себе является большим плюсом. Погрешность определения энергии активации по этому способу составляет 2–5 %, а эффективного частотного фактора — 12%. В программе выполняется усреднение экспериментальных данных, что играет роль сглаживания кривой. Также возможен расчет погрешности вычисленных параметров методом наименьших квадратов.

Таким образом, составлена программа для определения параметров глубоких ловушек. Знание этих величин находит применение в различных областях материаловедения: ионных кристаллов, полупроводников, а также радиационно-стойких (чувствительных) и оптических материалов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ю.А.Гороховатский, Г.А.Бордовский. «Термоактивационная токовая спектроскопия высокоомных полупроводников и диэлектриков». М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 248с.
2. Ю.А.Гороховатский. «Основы термодеполяризационного анализа». М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981. – 176 с.