

DOI: 10.30987/conferencearticle_5e028210b72ba9.48046910
УДК 621.3

Н.А. Митина, В.П. Крылов
(г. Владимир, Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г.Столетовых)
N.A. Mitina, V.P. Krylov (Vladimir, Vladimir State University Named
by Alexander and Nikolay Stoletovs)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МОДЕЛЕЙ РСГУ

EXPERIMENTAL VERIFICATION OF DLTS MODELS

Рассматриваются результаты эксперимента по определению энергии активации глубокого уровня в арсенид-галлиевой мезоструктуре, полученные методом емкостной релаксационной спектроскопии глубоких уровней с обработкой данных по модели Орешкина и модели Лэнга.

The results of an experiment to determine the activation energy of a deep level in a gallium arsenide mesastructure, obtained by the method of capacitive deep levels transient spectroscopy with data processing according to the Oreshkin model and Lang model, are considered.

Ключевые слова: релаксационная спектроскопия глубоких уровней, РСГУ, частотное сканирование, модель Лэнга, модель Орешкина.

Keywords: deep-level transient spectroscopy, DLTS, frequency scan, Lang model, Oreshkin model.

Релаксационная спектроскопия глубоких уровней – метод измерений позволяющий получить информацию о концентрациях, энергиях активации и скоростях захвата глубоких центров.

Во Владимирском государственном университете действует измерительно-вычислительный комплекс релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ), в котором реализован метод частотного сканирования для емкостной РСГУ, то есть при постоянной температуре образца изменяется ширина временного окна (периода следования импульсов электрического заполнения глубоких уровней). Измерения повторяются при различных значениях температуры. Такой подход имеет преимущества перед более распространенным методом температурно-частотного сканирования. Во-первых, он позволяет избежать проблем с регулированием и измерением изменяющейся температуры образца, с которыми сталкиваются исследователи, использующие температурно-частотное сканирование. Во-вторых позволяет использовать большее количество временных окон.

Первичными экспериментальными данными являются зависимости выходного сигнала измерительного тракта спектрометра от частоты следования импульсов электрического заполнения глубоких уровней (частотные сканы), полученные при различных значениях температуры образца. Обработка частотных сканов производится в два этапа. Сначала

определяются параметры модели каждого частотного скана, в том числе и постоянная времени релаксации ёмкости. В обработке участвуют точки частотного скана, находящиеся выше заданного уровня относительно максимального значения на скане (уровня значимости), так как малые значения выходного сигнала измерительного тракта могут быть искажены шумами и нелинейностями аппаратного тракта спектрометра. На втором этапе вычисляется энергия активации глубокого уровня.

В теории емкостной РСГУ существовали две модели, связывающие постоянную времени релаксации ёмкости и энергию активации глубокого уровня: модель Лэнга, которая легла в основу стандарта ASTM F 978 – 90, и альтернативная модель – модель Орешкина. Они по-разному объясняли физические процессы в полупроводнике и не могли мирно сосуществовать. Сторонники модели Лэнга поставили специальные опровергающие эксперименты, на категоричные выводы которых сторонники модели Орешкина не ответили.

Для того чтобы сравнить эти модели был поставлен эксперимент по определению энергии активации одного из глубоких уровней арсенид-галлиевой мезаструктуры. Полученные энергии активации и их трёхсигмальные интервалы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Уровень значимости	Энергия активации по стандарту ASTM F978-02, эВ	Энергия активации по модели Орешкина, эВ
0,9	$0,72010 \pm 0,00353$	$0,77748 \pm 0,00373$
0,8	$0,72014 \pm 0,00247$	$0,77752 \pm 0,00270$
0,7	$0,71884 \pm 0,00241$	$0,77622 \pm 0,00269$
0,6	$0,71885 \pm 0,00212$	$0,77623 \pm 0,00237$
0,5	$0,71961 \pm 0,00194$	$0,77699 \pm 0,00207$

Таким образом, эксперимент показал, что модель Орешкина и модель Лэнга дают различные результаты с непересекающимися трёхсигмальными интервалами. Нужно отметить что, результат, полученный по модели Лэнга ближе к значению, приводимому в литературе (0,73 эВ) [2].

Список литературы

1. *Крылов, В.П.* Комплексное моделирование физических процессов и аппаратных преобразований в релаксационной спектроскопии глубоких уровней / В.П. Крылов, А.М. Богачев, Т.Ю. Пронин, А.А. Мищенко // САПР и моделирование в современной электронике: сб. науч. тр. I Междунар. науч.-прак. конф. (Брянск, 22-23 ноября 2017 г.) / под ред. Л.А. Потапова, А.Ю. Дракина. – Брянск: БГТУ, 2017. – С. 9 – 11.
2. *Peter W. Hawkes.* Advances in Electronics and Electron Physics, Volume 61. Elsevier 1983.

Материал поступил в редколлегию 14.10.19.