

АНАЛИЗ ПЕРЕЗАРЯДКИ ГЛУБОКОУРОВНЕВОВОГО ДЕФЕКТА В ПОЛУИЗОЛИРУЮЩЕМ GaAs

А. П. Одринский

Институт технической акустики НАН Беларуси, Витебск
E-mail: odra@mail333.com

Полуизолирующий GaAs широко используется при формировании различного типа полупроводниковых структур квантовой электроники, оптоэлектроники и т.д. Однако, электрически активные дефекты в данном материале изучены не достаточно [1]. В настоящей работе представлен анализ регистрации перезарядки дефекта в полуизолирующем GaAs методом фотоэлектрической релаксационной спектроскопии PICTS [2].

Омические контакты формировались пайкой индием в планарной конфигурации на освещаемой поверхности 5×10 мм образца пластины марки АГ4П, легированной индием и хромом, с удельным сопротивлением $\sim 7 \cdot 10^7$ Ом·см. Фотовозбуждение с $h\nu_0 = 1.22$ эВ (при $\Delta h\nu \sim 0.06$ эВ) соответствовало плотности потока фотонов $\sim 10^{14}$ см⁻² с⁻¹. Условия измерений описаны в [3].

В спектрах GaAs доминировал относительно обособлено расположенный пик, идентифицированный как EL14 [4], отчетливо прослеживаемый в области температур 150- 200 К на наборе спектров, соответствующих времени релаксации $10^{-2} - 10^{-4}$ с. Уширенная форма пика и асимметрия предполагают наличие вклада перезарядки нескольких дефектов.

Для разделения вкладов мы применили аппроксимацию кинетики релаксации суммой экспоненциальных составляющих на базе специально развитой программы итерационного определения параметров методом согласованного градиентного спуска. Процедура проводилась последовательно в каждой температурной точке из области температур регистрации пика - $\Delta_0 T$. Снижение среднеквадратичного отклонения на порядок наблюдалось только при переходе от 2-х к 3-х компонентной модели. На рис.1 представлены результаты аппроксимации кинетики релаксации суммой 3-х экспонент:

$$Y(t) = A_0 \exp(-\alpha t) + B_0 \exp(-\beta t) + D_0 \exp(-\gamma t) + C_0,$$

где $\alpha < \beta < \gamma$. Заметно изменение характера температурных зависимостей. При $T > 168$ К наблюдается рост α и β , сопоставимый с термоэмиссией с дефекта, вплоть до значений, сравнимых с наибольшим показателем – γ , сопоставимым релаксации свободных носителей.

Сравнение данных аппроксимации и DLTS анализа представлено на рис.2. В области 160 – 180 К заметно хорошее соответствие данных

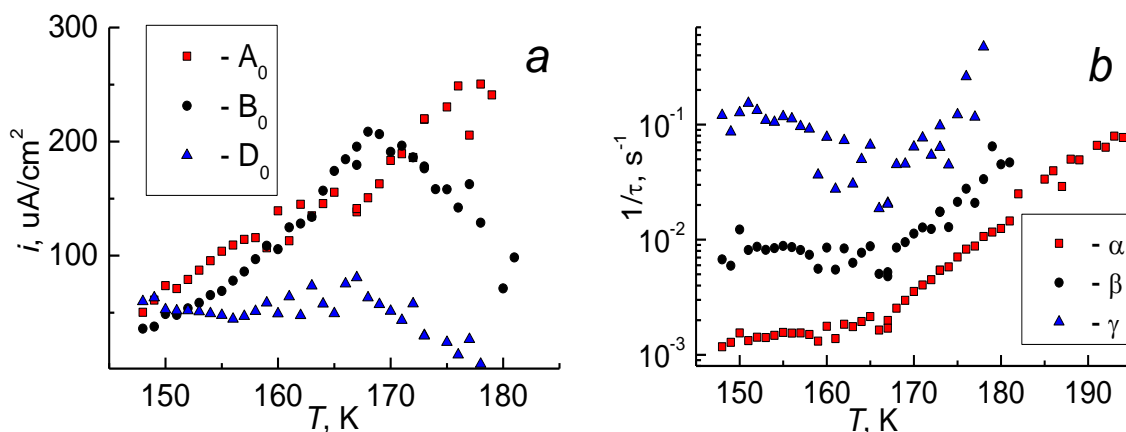


Рис.1. Зависимость от температуры амплитуды (а) и показателя степени (б) экспоненциальных составляющих.

DLTS и графика Аррениуса β -компоненты.

Если полагать корректной работу процедуры аппроксимации на низкотемпературном участке $\Delta_0 T$, где величина $1/\alpha$ становится сравнимой с длительностью темнового периода регистрации кинетики релаксации, то изменение характера температурной зависимости показателей степени можно объяснить участием дополнительного к термоэмиссии механизма изменения неравновесного заполнения дефекта. В любом случае, убывание с нагревом амплитуды β -компоненты (см. рис.1а) на высокотемпературном участке $\Delta_0 T$ не согласуется с предположением регистрации независимого процесса термоэмиссии.

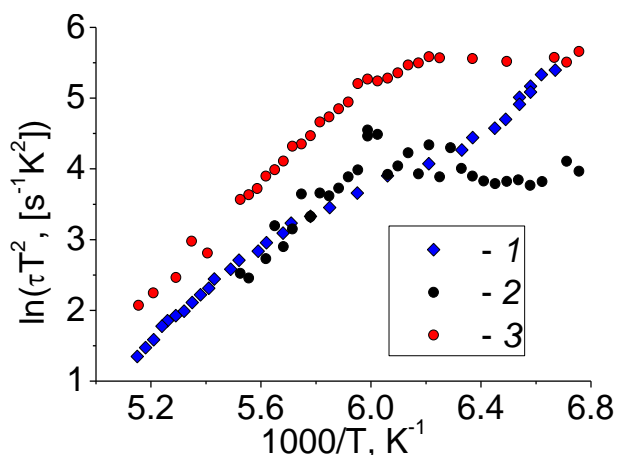


Рис.2. Сравнение данных DLTS анализа (кривая 1) и аппроксимации (кривая 2 соответствует β -компоненте, 3 - α).

Таким образом, анализ на основе аппроксимации модельной функцией регистрации перезарядки EL14 обнаружил две экспоненциальные компоненты релаксации, не поддающиеся интерпретации как процесс термоэмиссии с независимых локальных уровней.

1 Seebauer. E. G., Kratzer M. C. Charged Semiconductor Defects. London: Springer-Verlag, 2009, 290 p.

2. Hurter Ch., Boilou M., Mitonneau A., Bois D. //Appl. Phys. Lett., 1978, V. 32, p. 821.

3. Давыдов И. А., Одринский А. П. // РЖ: Электроника, 1990, Т. 11, С. 4.

4. Martin G.M., Mitonneau A., Mircea A. // Electron. Lett., 1977, V. 13, N. 7, p. 191–192.