Адмиттанс спектроскопия дефектов с мелким уровнем в эпитаксиальных слоях n-GaN

Гиндина М.И.^{1,2}, Лундин В.В.¹, Сахаров А.В.¹, Николаев А.Е.¹, Гуткин А.А.¹, Брунков П.Н.¹

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Россия, 194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26

² Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого, Россия, 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

DOI 10.34077/Semicond2019-306

GaN является перспективным материалом для создания мощных полупроводниковых приборов благодаря широкой запрещенной зоне. Известно, что свойства полупроводниковых материалов в значительной степени определяются дефектами с глубокими уровнями. В данной работе представлены исследования дефектов с глубокими уровнями в эпитаксиальных слоях n-GaN, выращенных методом MOCVD. Измерения методом адмиттанс-спектроскопии проводились на p^+-n-n^+ структурах на основе GaN, где p^- и n^- типа проводимости легировались атомами Mg и Si, соответственно. Толщина слабо легированной области n^- типа проводимости составляла 500 нм. Исследования температурной вольт-амперных характеристик и зависимости $1/C^2$ от напряжения смещения V показали (Рис.1), что вплоть до 10 К p^+-n-n^+ структура представляет собой резкий $p-n$ переход с однородным легированием в области n^- типа проводимости на уровне $2.4 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$. При температурах ниже 100 К наблюдается уменьшение концентрации свободных носителей до $2.0 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ (Рис.1), связанное с вымерзанием на дефектах с глубоким уровнем. С использованием метода адмиттанс-спектроскопии было показано, что энергия термической активации этой электронной ловушки находится на уровне 10 мэВ (Рис.2 а и б). Данный дефект может быть связан с комплексом вакансии в подрешетке азота с атомом водорода V_N-H . Образование данного дефекта было предсказано теоретически [1,2], и ранее он наблюдался только в спектрах низкотемпературной фотолюминесценции [2]. Установлено, что обнаруженный дефект проявляет сильную зависимость темпа эмиссии от величины модулирующего напряжения смещения, что может быть объяснено близостью его энергетического уровня к дну зоны проводимости n-GaN.

Рис.1. – Зависимость $1/C^2$ от напряжения смещения V на GaN p^+-n-n^+ -переходе при разных температурах.

Рис.2. –Зависимости дифференциальной активной проводимости G (а) и емкости C (б) GaN p^+-n-n^+ -перехода от температуры T при напряжении смещения $V = 0$ V при разных частотах.

[1] J. Buckeridge et al., *Phys. Rev. Lett.*, **114**, 016405 (2015).

[2] C. G. Van de Walle, *Journal of Applied Physics*, **95**, 3851 (2004).

[3] O. Gelhausen et al., *Phys. Rev. B.*, **69**, 125210 (2004).