

**Изучение развития деградации InGaN/GaN светодиодов
по низкочастотным шумам**

Бобученко Д.С.

Белорусский национальный технический университет

В последнее время установлено [1,2], что метод низкочастотной шумовой спектроскопии дает возможность получить информацию о механизмах рекомбинации и обнаружить существование областей локального перегрева и дефектообразования при сравнительно низких уровнях деградации. Авторы [1] определяли вид зависимости спектральной плотности шума S_f от тока I и по полученному закону судят о механизмах излучательной и безызлучательных рекомбинаций. Так, если $S_f(I) \sim I$, то считают, что преобладает мономолекулярная безызлучательная рекомбинация при условии слабого заполнения уровней, ответственных за шум $1/f$. Если $S_f/I^2 \sim 1/I^2$, то преобладает излучательная бимолекулярная рекомбинация. Когда $S_f \sim I^2$, то шум обусловлен флуктуациями линейного сопротивления (контакты, подложка, буферные слои и т. д.). При зависимости $S_f \sim I^3$ происходит генерация дефектов. На исследованных светодиодных структурах [2] наблюдались три сценария старения. Они наблюдаются не только на светодиодах от разных изготовителей, но и в пределах одной партии светодиодов от одного и того же изготовителя. Для части диодов после 1000 ч работы наблюдается рост внешней квантовой эффективности (ВКЭ) приблизительно на 5 %. Для другой части диодов из той же партии при идентичных условиях старения наблюдается небольшое уменьшение ВКЭ. Для небольшой части светодиодов, наблюдается значительное, в 1.5–2 раза уменьшение значений ВКЭ. У всех светодиодов в результате старения наблюдается сильный рост шумов, особенно заметный в области плотности токов 10^{-2} А/см², соответствующих началу излучательной рекомбинации. Авторы заключают, что генерация дефектов происходит неоднородно и концентрируется вдоль протяженных дефектов, пронизывающих активную область светодиодов. Появление на шумовых спектрах светодиодов участков $S_f \sim I^3$ и $S_f \sim I^4$ при средней плотности тока, меньшей 10^{-2} А/см², однозначно свидетельствует о наличии сильного локального перегрева.

Литература:

1. Особенности рекомбинационных процессов в светодиодах на основе InGaN/GaN при больших плотностях инжекционного тока / Н.С. Аверкиев [и др.] // Письма в ЖТФ. – 2009. – Т. 35, Вып. 19. – С.97–102.

2. Закгейм, А.Л., Левинштейн М.Е., Петров В.П., Черняков А.Е., Шабунина Е.И., Шмидт Н.М. // ФТП. – 2012. –Т. 46, Вып. 2. – С. 219–223..