

Влияние плотности состояний квантовой ямы в структурах InGaN/GaN на эффективность свечения

Ракаев Артур Евгеньевич

Студент (бакалавр)

Ульяновский государственный университет, Ульяновск, Россия

E-mail: azaz77965@gmail.com

Ульяновский государственный университет, ул. Л. Толстого 42, Ульяновск, 432048

В работе исследуются влияние уровня инжекции на спектры электролюминесценции синих светодиодных структур на основе InGaN/GaN. Обнаружено, что при увеличении тока через исследуемые структуры наблюдается нелинейный рост интенсивности излучения в области малых токов. Показано, достижение предельной вероятности излучательной рекомбинации при пороговом значении энергии электронов в зоне проводимости, которое определяется зонной структурой полупроводникового материала (эффективной массой) и геометрическими параметрами квантовой ямы (плотностью состояний в зоне проводимости) светодиода

1. Введение

Светодиодные структуры на основе InGaN/GaN являются перспективным источником света, работающим в диапазоне длин волн от инфракрасного до ультрафиолетового излучения [1-5]. Однако, известно, что эффективность таких структур снижается с увеличением тока инжекции [6-8]. Природа этого явления до сих пор вызывает споры: основными причинами считаются оже-рекомбинация [9], эффект нагрева переходов [10], эффект делокализации носителей [11] точечными ловушками в барьерном слое GaN. Понимание механизмов излучательной и безызлучательной рекомбинации важно для дальнейшего улучшения характеристик устройств.

Целью данной работы является изучение влияния уровня инжекции на интенсивность спектры электролюминесценции (ЭЛ) структур на основе InGaN/GaN.

2. Результаты

Исследовались коммерческие бескорпусные светодиоды (СД) синего свечения (Taiwan Oasis Technology Co., Ltd) ($\hbar\omega_{\text{max}}=2.66$ эВ

, $\lambda_{\text{max}}=468$ нм при комнатной температуре) с КЯ на основе твердого раствора InGaN

На рис. 1 приведена зависимость интенсивности излучения от мощности тока, протекающего через СД. Видна сильная зависимость величины от мощности в области малых токов и выход на насыщение в области больших токов.

Инжекция и движение электронов в зоне проводимости под действием постоянного напряжения рассматривался как неравновесный стационарный процесс. В рамках такого подхода функция распределения электронов в зоне может быть представлена как сумма равновесной функции и неравновесной добавки [12].

где - нормировочный коэффициент, - интенсивность максимума спектра ЭЛ, - ток через исследуемую структуру, определяется только зонными параметрами кристаллической структуры.

Зависимость (1) и экспериментальные данные (рис.1) показывают, что правильнее говорить не о снижении эффективности светодиода для больших токов, а о достижении предельной вероятности излучательной рекомбинации при пороговом значении энергии электронов в зоне проводимости (порогового тока через светодиод). Это значение определяется зонной структурой полупроводникового материала (эффективной массой) и геометрическими параметрами квантовой ямы (плотностью состояний в зоне проводимости) светодиода.

Источники и литература

- 1) 1. Nakamura S., Pearton S., Fasol G. The Blue Laser Diode, Springer, Berlin, Germany, 2000, 368 p. 2. Schubert E. F., Kim J. K. // Science, 2005, 308(5726), 1274–1278. 3. Wang H., Ji Z., Qu S. et al. // Optics Express, 2012, 20 (4), 3932–3940. 4. Brendel M., Kruse A., Jonen H. et al. // Applied Physics Letters, 2011, 99 (3), Article ID 031106. 5. Akasaki I., Amano H. // The Japan Society of Applied Physics, 2006 45(12R), 9001–9010. 6. Mogilatenko A., Kueller V. et al. // Journal of Crystal Growth, 2014, 402, 222 - 242. 7. Lang T., Odnoblyudov M. A. et al. // Journal of Crystal Growth, 2007, 298, 276 - 280. 8. Fischer P., Christen J., Nakamura S. // The Japan Society of Applied Physics, 2000, 39 (2B), L129 – L132. 9. Shena Y. C., Mueller G. O. et al. // Applied Physics Letters, 2007, 91(14), 141101. 10. Efremov A.A., Bochkareva N.I et al. // Semiconductors, 2006, 40, 605 11. Hammersley S., Watson-Parris D. et al. // Journal Applied Physics, 2012, 111(8), 083512. 12. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. – М: 1978, 575 с.

Иллюстрации

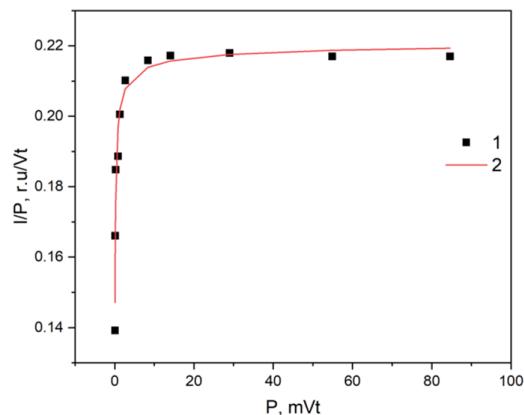


Рис. : рис 1