Кинетика люминесценции и локализация носителей в колончатых структурах типа «ядро-оболочка» с квантовыми ямами InGaN/GaN

Европейцев Е.А.¹, Шубина Т.В.¹, Robin Y.^{2,3}, Давыдов В.Ю.¹, Елисеев И.А.¹, Торопов А.А.¹, Кириленко Д.А.¹, Bae S.-Y.^{2,4}, Nitta S.², Amano H.^{2,3}, Иванов С.В.¹

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

² Institute of Materials and Systems for Sustainability (IMaSS), Nagoya University, Japan

³ Center for Integrated Research of Future Electronics (CIRFE), Nagoya University, Japan

⁴ Korea Institute of Ceramic Engineering and Technology, Jinju, South Korea

DOI 10.34077/Semicond2019-144

Колончатые структуры типа ядро-оболочка с квантовыми ямами (КЯ) InGaN/GaN излучают многополосную люминесценцию, перекрывающую весь видимый спектральный диапазон, что делает их потенциально применимыми для создания цветных дисплеев и широкополосных наноизлучателей. Мы представляем исследование оптических свойств одиночных колонок, выполненное методами спектроскопии микро-фотолюминесценции (микро-ФЛ), в том числе с временным и поляризационным разрешениями, дополненное исследованиями методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Три полосы ФЛ, наблюдаемые в ближней УФ, синей и зеленой областях, приписаны, соответственно, излучению КЯ, расположенных на боковых стенках (10-10), верхних гранях (10-11) и верхушке (0001) колонок. При низкой температуре разрешенная по времени ФЛ имеет характерное быстрое время затухания около 0.5 нс для полуполярных и неполярных КЯ, в то время как полярные ямы проявляют как минимум вдвое большее время. Компоненты медленного затухания ФЛ имеют различные характерные времена, что, помимо квантово-размерного эффекта Штарка, объясняется локализацией носителей на флуктуациях потенциала. Подобные флуктуации потенциала могут быть связаны с обнаруженными базальными дефектами упаковки, которые пронизывают полярные и полуполярные КЯ, как показали исследования ПЭМ. Наличие пересечений КЯ дефектами упаковки согласуется с наблюдением узких линий экситонной люминесценции на кончиках колонок при низкой температуре. Увеличение мощности накачки приводит к спектральному уширению узких линий без существенного сдвига каждой отдельной линии. Проведенное исследование позволило определить ямы какой полярности отвечают за появление той или иной полосы люминесценции, а также чем контролируется ее интенсивность, временные и спектральные характеристики, что необходимо для создания унифицированных ансамблей колончатых структур.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 19-02-00185).

[1] Y. Robin, S.Y. Bae, T.V. Shubina, M. Pristovsek, E.A. Evropeitsev et al., *Sci. Rep.* **8**, 7311 (2018).

[2] Y. Robin, E.A. Evropeitsev, T.V. Shubina et al., *Nanoscale* **11**, 193 (2019).

[3] E.A. Evropeitsev, Y. Robin, T.V. Shubina et al., *Phys. Stat. Sol. B* 1800648 (2019).

Рис.1. — (a) Светлопольное ПЭМ изображение верхней части колонки. (b) Низкотемпературные спектры ФЛ возбуждённые в одиночной колонке при двух мощностях накачки.