*3.* *Гетероструктуры и сверхрешетки*

# Стимулированная фазовая сепарация в InGaAlN гетероструктурах

**А.Ф. Цацульников** (представляющий автор) 1, В.В. Лундин1, А.Е. Николаев1, А.В. Сахаров1, Н. Черкашин2, В.М. Устинов1

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

2CEMES-CNRS/Université de Toulouse, 29 rue Jeanne Marvig, 31055 Toulouse, France

тел: (812)297-31-82, факс: (812)297-31-82, эл. почта: andrew@beam.ioffe.ru

Значительный прогресс, достигнутый в физике и технологии синтеза гетероструктур на основе нитрида галлия, и связанная с ним Нобелевская премия 2014 года, обусловлен в первую очередь возможностями широкого применения светодиодов на основе данной системы в устройствах отображения информации и общего освещения. Однако, несмотря на данный прогресс, остается ряд не до конца выясненных основополагающих физических и технологических аспектов, связанных с такими светодиодами, к которым относятся: особенности фазовой сепарации в активной области на основе квантовых ямах InGaN, наблюдающейся даже при низких составах по индию, проблема «зеленой долины», а именно уменьшение эффективности излучения AlInGaN светодиодов в желто-зеленой области спектра, нетепловое уменьшение эффективности излучения светодиодов при инжекционной накачке при высоких плотностях тока.

В работе представлены результаты детального исследования эффекта фазовой сепарации в квантовых ямах InGaN в широком диапазоне составов и излучающих в диапазоне длин волн от ультрафиолетового до красного. В первую очередь внимание уделено влиянию технологических условий эпитаксиального роста, таких как давление, прерывания роста, последовательность слоев в гетероструктуре, на фазовую сепарацию. Изучена возможность с помощью технологических условий стимулировать эффект фазовой сеперации и трансформировать квантовые ямы в массив квантоворазмерных изолированных островков непосредственно в процессе эпитаксиального роста. Проведены детальные исследования структурных свойств формирующихся островков методами просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения с применением метода геометрических фаз и оптических свойств выращенных гетероструктур методами фотолюминесценции, микрофотолюминесценции и электролюминесценции. Было показано, что в зависимости от условий синтеза латеральные размеры островков могут изменяться от нескольких нанометров до нескольких десятков нанометров. Формирование островков позволяет увеличить максимальную эффективность излучения светодиодных структур за счет подавления транспорта носителей в плоскости квантовой ямы, но, с другой стороны, приводит к существенному изменению токовой зависимости внешней квантовой эффективности, что демонстрирует важность данного эффекта при эпитаксиальном росте гетероструктур для светоизлучающих приборов. Изучена возможность создания на основе AlInGaN гетероструктур светодиодов с монолитной активной областью, то есть содержащих несколько квантовых ям InGaN, излучающих при различных длинах волн, для получения белого света с высоким индексом цветопередачи. Показано, что использование островков в InGaN/GaN активной области монолитных светодиодных гетероструктур позволяет уменьшить общее содержание индия в активной области и увеличить эффективность излучения.