

# ФОРМИРОВАНИЕ НИЗКОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ПОВЕРХНОСТИ GaAs ЛАЗЕРНЫМ МЕТОДОМ

Е.С.Панфиленок<sup>1</sup>, И.С. Манак<sup>1</sup>, А.Медвидс<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск

<sup>2</sup>Рижский технический университет, Рига

Уникальные свойства низкоразмерных структур делают их перспективными для создания высокоэффективных полупроводниковых приборов: светоизлучающих диодов, полупроводниковых лазеров и др. Поэтому исследование и поиск различных способов получения таких структур становится первоочередной задачей научной деятельности в области полупроводниковых приборов.

В работе рассмотрены результаты эксперимента по получению низкоразмерных структур на поверхности GaAs лазерным методом.

В экспериментах использовались высокоомные полуизолирующие образцы монокристаллического GaAs с добавкой хрома. В качестве источника излучения применялся YAG:Nd лазер ( $\lambda_1=1,06$  мкм,  $\lambda_2=0,532$  мкм, длительность импульса 15нс и 10нс и мощность  $P=1$ МВт). Проводилось сканирование поверхности лазерным излучением с шагом 2 мкм. Диаметр лазерного пучка 3 мм.

Формирование структур на поверхности образцов проходило при атмосферных условиях: давлении 1 атм, температуре  $T=20^{\circ}\text{C}$ , влажности 80%.

Вид экспериментальной установки приведен на рис. 1

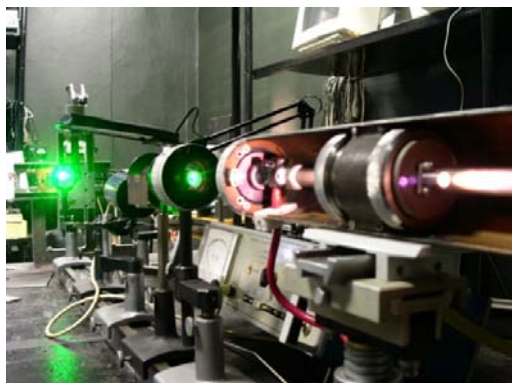


Рис.1. Экспериментальная установка для формирования низкоразмерных структур на поверхности GaAs лазерным методом

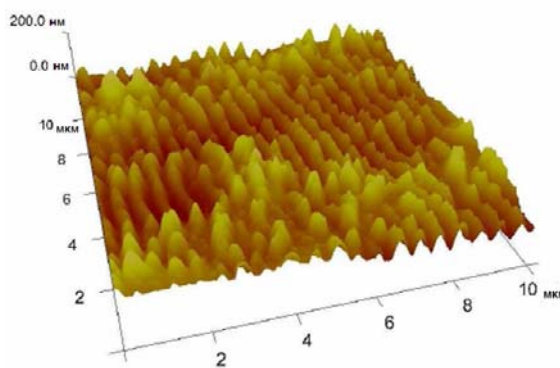


Рис.2. Изображение поверхности GaAs-материала, облученной YAG:Nd-лазером с плотностью мощности  $5,5$ МВт/см<sup>2</sup>, полученное атомно-силовым микроскопом

Как видно из рис. 2, на поверхности GaAs формируются микрохолмы, средний диаметр в основании которых составляет около 500нм. Средняя

поверхностная плотность микрохолмов около  $2 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2}$ . Поверхность модифицированного лазерным излучением образца представляет собой чередование возвышений и впадин, при этом вершины микрохолмов находятся не в одной плоскости. Такие результаты могут быть объяснены неоптимальным выбором скорости и шага сканирования.

Спектр фотолюминесценции (ФЛ) после облучения характеризуется наличием широкой полосы излучения, лежащей в области собственного поглощения кристаллического GaAs (рис. 3), однако пик ФЛ сдвинут в коротковолновую область, что может быть объяснено размерным квантованием энергии носителей заряда на вершинах микрохолмов.

Изменение энергии перехода, обусловленное размерным квантованием, можно представить в виде:

$$\Delta E = \frac{(\pi\hbar)^2}{2d^2} \left( \frac{1}{m_e^*} + \frac{1}{m_{hi}^*} \right), \quad (1)$$

где  $m_e^*$  – эффективная масса электрона,  $m_{hi}^*$  – эффективная масса тяжелых и легких дырок соответственно,  $d$  – диаметр нанобъектов, в которых наблюдается эффект размерного квантования,  $\Delta E = E_{\text{max}} - E_g$  – отклонение энергии, соответствующей максимуму ФЛ от ширины запрещенной зоны материала.

Согласно расчетам по формуле (1) для тяжелых дырок, диаметр вершин микрохолмов составляет порядка бнм.

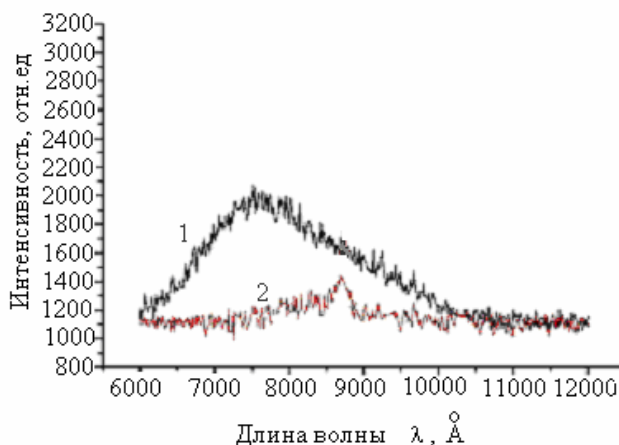


Рис.3. Спектры фотолюминесценции GaAs после облучения YAG:Nd лазером (кривая 1) интенсивностью  $I=7,5 \text{ МВт/см}^2$  и до облучения (кривая 2)

Очевидно, данный метод привлекателен благодаря низкой стоимости и технической простоте, однако требует дополнительных доработок и исследований по оптимизации режимов создания низкоразмерных структур.