

## ФОРМИРОВАНИЕ НАНОКЛАСТЕРОВ И НАНОПОР В SiO<sub>2</sub> ИОННО-ЛУЧЕВЫМИ МЕТОДАМИ

Ф. Ф. Комаров<sup>1</sup>, Л. А. Власукова<sup>1</sup>, А. В. Мудрый<sup>2</sup>, А. А. Комаров<sup>3</sup>,  
О. В. Мильчанин<sup>1</sup>, П. И. Гайдук<sup>1</sup>, В. Н. Ювченко<sup>1</sup>, С. С. Гречный<sup>1</sup>

белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси,  
Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Institute of Solid State Physics, Friedrich-Schiller-University, Jena, Germany

Методами резерфордовского обратного рассеяния с каналированием (РОР/К), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) и фотолюминесценции изучены структурные и оптические свойства нанопор и нанокластеров, созданных в термически окисленных кремниевых подложках (SiO<sub>2</sub>/Si) при высокодозной полиэнергетической имплантации ионов As<sup>+</sup> и In<sup>+</sup>, последующих термообработках и облучении высокоэнергетическими ионами Kr<sup>+</sup>.

Образцы представляли собой кремниевые подложки ориентации (100), покрытые слоем SiO<sub>2</sub> толщиной - 480 нм. Имплантация ионов As<sup>+</sup> и In<sup>+</sup> производилась в полиэнергетическом режиме с целью получения однородно-легированного слоя толщиной - 150 нм в приповерхностной области SiO<sub>2</sub> с концентрацией In и As  $4.5 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$ . Для анализа исходного распределения In и As по глубине использовался метод РОР/К. Затем образцы облучались ионами Kr<sup>+</sup> с энергией 253 МэВ и дозами  $1 \times 10^{10}$ ,  $5 \times 10^{10}$  и  $2.25 \times 10^{11} \text{ см}^{-2}$  в ОИЯИ, г. Дубна. Часть образцов впоследствии отжигалась в атмосфере Ar при 900°C в течение 30 мин.

Результаты исследований образцов методом ПЭМ показали наличие нанокластеров InAs в слое SiO<sub>2</sub> на глубине от 40 до 190 нм со средними размерами 2.5-6 нм только для отожженных образцов. Нанокластеры имеют почти сферическую форму и расположены случайным образом. Концентрация их находится в пределах  $1.6-2 \times 10^{12} \text{ см}^{-2}$ . Результаты электронной дифракции показывают, что кластеры находятся в аморфном состоянии. Воздействия облучения быстрыми ионами Kr<sup>+</sup> на ориентированную преципитацию примесей (In+As) не выявлено.

Обработка образцов, облученных Kr, в травителе на основе фтористоводородной кислоты, привела к вытравливанию цилиндрических треков (пор) в SiO<sub>2</sub> диаметром 10-15 нм и длиной - 220 нм. Плотность пор составляет -  $2.7 \times 10^{10} \text{ см}^{-2}$ , что достаточно хорошо коррелирует с флюенсом ионов Kr. Диаметр треков находится в хорошем соответствии с диаметром расплавленных при прохождении иона областей, рассчитанным с использованием модели модифицированного термического пика.