

ФИЗИКА

УДК 539.2:669

**Ф. Ф. Комаров¹, О. В. Мильчанин¹, Л. А. Власукова¹, М. А. Моховиков¹,
И. Н. Пархоменко¹, А. В. Мудрый², В. Веш³**¹ Белорусский государственный университет, Минск² Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению, Минск³ Университет имени Ф. Шиллера, Йена, Германия**СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКРИСТАЛЛОВ InAs
И InSb, СИНТЕЗИРОВАННЫХ ВЫСОКОДОЗНОЙ ИОННОЙ
ИМПЛАНТАЦИЕЙ В КРЕМНИИ**

Проведены исследования формирования наноразмерных кристаллитов InAs и InSb в кристаллическом кремнии методом высокодозной имплантации ионов InAs и InSb попарно и последующей высокотемпературной обработки. Установлено, что размеры кристаллитов и распределение внедрённых примесей по глубине образцов зависят от условий отжига. В спектрах фотолюминесценции образцов с нанокристаллитами зарегистрирована широкая полоса в диапазоне энергий квантов 0,75...1,10 эВ.

Введение. Одним из подходов к решению проблемы увеличения быстродействия будущих интегральных схем является оптическая передача данных внутри кремниевого кристалла. Однако Si — полупроводник с непрямой электронной зонной структурой, в связи с чем он характеризуется низкой квантовой эффективностью межзонной излучательной рекомбинации. Оптимальным решением является светоизлучающий источник на основе самого кремния. Один из путей создания такого источника — формирование массивов нанокристаллов A^3B^5 в матрице кристаллического кремния методом ионной имплантации с последующим отжигом. В данной работе представлены результаты исследования воздействия режимов имплантации и постимплантационного отжига на процессы диффузионного перераспределения внедрённых примесей, а также на структурные и оптические свойства кремния, имплантированного высокими дозами ионов (Sb + In) и (As + In).

Экспериментальные методики. В качестве объектов исследования использовались кристаллы Si и структуры $SiO_2(40 \text{ нм}) / Si$, имплантированные ионами (Sb + In) и (As + In) соответ-

ственно. Имплантация проводилась при температуре 500°C с целью предотвратить аморфизацию кремния, облучаемого высокими дозами тяжёлых ионов. Первая группа образцов имплантировалась последовательно ионами Sb, а затем ионами In с энергиями 350 кэВ и дозами $3,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$; другая — сначала ионами As с энергией 170 кэВ дозой $3,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$, а потом ионами In с энергией 250 кэВ дозой $2,8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$. Затем образцы проходили процедуру быстрой термобработки (БТО) или печной отжиг в инертной атмосфере в диапазоне температур от 1 050 до 1 100°C. Для уменьшения потерь внедрённых примесей на части имплантированных образцов был выращен тонкий (~70 нм) слой оксида кремния методом анодного окисления. Для анализа распределения внедрённых примесей по глубине кристаллов Si и структурного совершенства облучённых образцов использовали методы резерфордского обратного рассеяния (ROR) ионов He^+ с энергией 1,4 МэВ и 2,5 МэВ.

Структурно-фазовые превращения исследовались с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) на микроскопе Hitachi H-800 с ускоряющим напряжением 200 кэВ в геометрии «plan-view».