

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОЛУПРОВОДНИКАМИ В СПЕЦИАЛЬНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ

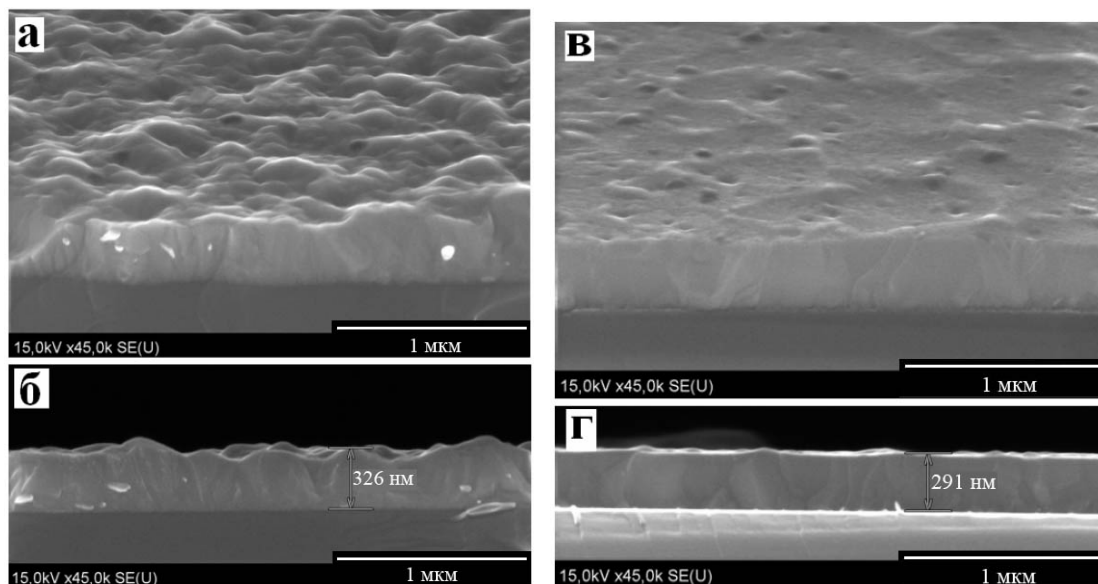
В. А. Зайков, Е. В. Вишневская, Г. Д. Ивлев, О. Р. Людчик, В. Н. Михей

Белорусский государственный университет, Минск

E-mail: valery48@tut.by

В настоящее время в БГУ разработан научно-учебный лазерный комплекс для обработки материалов на основе импульсных твердотельных лазеров [1], предназначенный для подготовки квалифицированных научных и инженерных кадров для республики Беларусь. Поэтому важной задачей является исследование возможностей комплекса и разработка учебных заданий специального лабораторного практикума. В данной работе рассмотрены методики использования комплекса по учебной теме: “Изучение процессов взаимодействия лазерного излучения с полупроводниковыми материалами”. В качестве объекта изучения выбраны такие материалы как кремний и слои кремний-германия (SiGe) на кремнии, выращенные методом химического осаждения из газовой фазы (ХОГФ). Слои SiGe осаждали на промышленной установке "Изотрон 4-150" на НПО "ИНТЕГРАЛ" в типовом технологическом процессе.

На рис. 1 представлены микрофотографии структуры поли-Ge/Si, полученные методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) после лазерного отжига при плотностях энергии $E = 0,8 \text{ Дж/см}^2$ и $1,2 \text{ Дж/см}^2$.

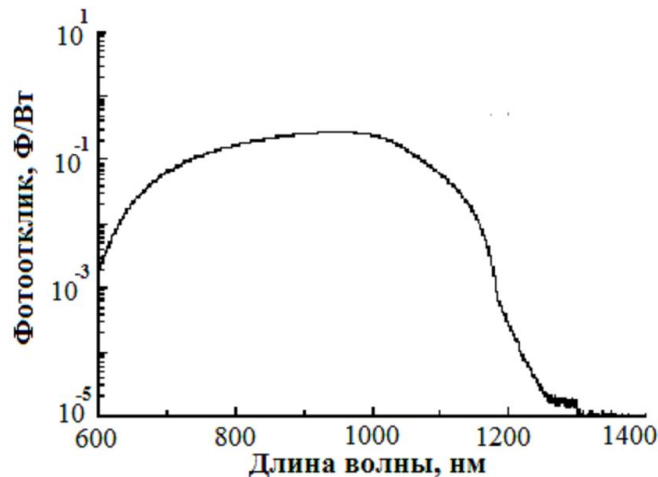


Слой SiGe выращен методом ХОГФ при $T = 600 \text{ }^\circ\text{C}$. Лазерная обработка: (а, б) – $E = 0,8 \text{ Дж/см}^2$, (в, г) – $E = 1,2 \text{ Дж/см}^2$, (а, в) – вид сверху, (б, г) – вид сбоку.

Рис. 1. РЭМ микрофотографии структуры поли-Ge/Si, после лазерного отжига

Слои SiGe, выращенные методом ХОГФ, являются поликристаллическими, причем размер зерна зависит от температуры осаждения и увеличивается не менее, чем в 5–6 раз с ростом температуры от 470 до 600 °С. Из рассмотрения микрофотографий, очевидно, что лазерный отжиг слоев SiGe при $E = 1,2 \text{ Дж/см}^2$ приводит к образованию гладких структур.

На рис. 2 представлена фоточувствительность приборной структуры SiGe/Si, выращенной при температуре 600 °С и обработанной импульсным лазерным излучением с плотностью энергии $1,2 \text{ Дж/см}^2$.



Слой SiGe выращен при $T = 600 \text{ °С}$. Лазерная обработка: $1,2 \text{ Дж/см}^2$

Рис. 2 Фоточувствительность поли-Ge/Si структуры от длины волны

В ближнем ИК-диапазоне длин волн от 900 до 1100 нм чувствительность данной структуры составляет 0,25 - 0,3 А/Вт, что соответствует квантовой эффективности 25 - 30 %. Темновые токи составляют величину порядка 10 мкА при отрицательном смещении 1 В.

Исследования показали, что порог лазерного отжига зависит от состава полупроводника, качества состояния поверхности, длины волны и энергии лазерного импульса и варьируется в диапазоне от 0,3 до 1,0 мДж в импульсе при использовании излучения с длиной волны 1,06 мкм и фокусирующих линз с фокусным расстоянием от 40 до 90 мм.

Задания по изучению взаимодействия лазерного излучения с полупроводниковыми материалами включают установление зависимости размеров области отжига от энергии лазерного импульса, а также изучение морфологии поверхности после взаимодействия, а также электрофизических и оптических свойств лазерно-модифицированных полупроводниковых материалов и приборных структур на их основе.

1. Людчик О. Р., Зайков В. А., Вишневская Е. В., Михай В. Н. // Приборостроение-2014: Матер. 7-й Междунар. конф. Мн.: БНТУ, 2014. С. 439–441.