

Сведения о выполненных работах
в период с 01.07.2020 г. по 30.06.2021 г.

по проекту **«Разработка физико-математических моделей эпитаксиального формирования 2D-кристаллов силицена и германена для наноэлектроники и нанофотоники»**,

поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 19-72-00019

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Лозовой Кирилл Александрович

На втором этапе работы были проведены экспериментальные исследования по синтезу двумерных структур кремния и германия на различных подложках. Синтез образцов гетероструктур производился с помощью сверхвысоковакуумной системы для получения тонких эпитаксиальных пленок «Катунь-100» в широких интервалах скоростей осаждения и температур роста. Затем проводилось исследование морфологии поверхности синтезированных структур.

Проводилось моделирование кинетики формирования 2D-кристаллов и определение зависимостей параметров двумерных слоев, критической толщины перехода к трехмерному росту от условий синтеза (подложки, температуры, скорости и времени роста). Для этого использовались разработанные на предыдущем этапе выполнения проекта физико-математическая модель эпитаксиального роста двумерных материалов и программа для расчета параметров двумерных структур с учетом зависимости поверхностных энергий от толщины двумерного слоя.

Таким образом, в отчетном периоде проведено обобщение кинетической модели эпитаксиального роста двумерных материалов с учетом зависимости удельной поверхностной энергии от количества осажденного материала. В этом приближении получены выражения позволяющие определять равновесную и критическую толщину смачивающего слоя, скорость зарождения, поверхностную плотность и функцию распределения островков по размеру в произвольный момент времени. Получены зависимости основных кинетических параметров системы от эффективной толщины осажденного материала. Рассчитанные величины подкреплены результатами экспериментальных исследований по синтезу двумерных слоев.

Разработанная модель позволяет описывать различные стадии формирования двумерного слоя толщиной от одного до нескольких монослоев, а также появления двумерных и трехмерных островков.

С ее помощью установлены способы преодоления нуклеации островков и предотвращения нежелательного перехода от двумерного к трехмерному росту.

По результатам проделанной работы в отчетном периоде опубликована статья в рецензируемом зарубежном научном журнале, индексируемом в международных базах данных Web of Science и Scopus: Thin Solid Films (Q2, импакт-фактор: 2.03). Принята в печать статья в рецензируемом научном журнале, индексируемом в

международных базах данных Web of Science и Scopus: Russian Physics Journal (Q3, импакт-фактор: 0.616).

Зарегистрировано ноу-хау «Способ получения двумерных материалов на основе кремния и германия».

Результаты работы представлены на XIII Международной конференции «Кремний – 2020» (21–25 сентября 2020 г., г. Ялта) и на XXV Международном симпозиуме «Нанопфизика и наноэлектроника» (9–12 марта 2021 г., г. Нижний Новгород).