

УДК 539.216:621.315.592

DOI: 10.17223/00213411/63/9/50

*Р.А. РЕДЬКИН, Д.А. КОБЦЕВ, С.А. БЕРЕЗНАЯ, З.В. КОРОТЧЕНКО, В.А. НОВИКОВ, С.Ю. САРКИСОВ***ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ВРЕМЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ
НАНОСЛОЕВ GaSe И InSe ***

Нанослои GaSe и InSe получены на подложках из кремния методами механического отслоения и осаждения из паровой фазы. С помощью атомно-силовой микроскопии исследована морфология поверхностей и определены толщины получаемых нанослоев InSe и GaSe, а также их временная стабильность. Установлено соответствие спектрального положения пиков комбинационного рассеяния положению пиков, известных для объемных и наноразмерных образцов InSe и GaSe.

Ключевые слова: селенид индия, селенид галлия, нанослои, квазидвумерный полупроводник, осаждение из паровой фазы, морфология поверхности, спектр комбинационного рассеяния.

После открытия уникальных свойств графена в мире проводится большой объем исследований, направленных на поиск материалов с подобными свойствами, а также технологий получения нанослойных структур и устройств на их основе [1–8]. За последние десять лет появился ряд работ, связанных с экспериментальным и теоретическим изучением квазидвумерных соединений A^3B^6 : нанослоев GaS, GaSe, InSe и GaTe [1–10]. Эти соединения, так же как графит, обладают типичной слоистой структурой, которая менее выражена лишь у GaTe, но в один слой входит не одна, а четыре атомных плоскости (Se–Ga–Ga–Se). Было изучено влияние ван-дер-ваальсовых связей на структурные и электронные свойства некоторых соединений группы III–VI [11–13]. Экспериментально достаточно большие ультратонкие слои GaSe и GaS ранее были получены методом механического отслаивания [1]. В более поздних исследованиях [2–4] было показано, что нанослои GaSe можно выращивать методом транспорта газа и осаждения молекул вещества на подложку. При этом фотопроводимость [2] и нелинейно-оптическая восприимчивость второго и третьего порядка [4, 5] в нанослойных структурах GaSe значительно выше, чем в объемных кристаллах. Была продемонстрирована возможность структурированного роста на подложках с предварительно протравленными участками [1, 6] и возможность получения образцов, нанесенных на прозрачные и гибкие подложки [6]. В целом, вновь обнаруженные свойства квазидвумерных соединений III–VI стали причиной новой волны публикаций, посвященных этим соединениям, в дополнение к ранее выполнявшимся исследованиям полупроводниковых свойств и применений в нелинейной оптике их объемных аналогов [14, 15].

Цель настоящей работы – нахождение условий получения и исследование свойств наноразмерных слоев кристаллов GaSe и InSe на различных подложках. Для этого проводились технологические эксперименты по получению нанослоев методами механического отслоения и осаждения из паровой фазы. Структуры осаждались на подложки из кремния для исследования их свойств. Толщины и латеральные размеры нанослойных объектов определялись с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). Принадлежность получаемых наноразмерных объектов к фазам GaSe и InSe подтверждалась с помощью анализа спектров комбинационного рассеяния.

Для получения нанослоев методом механического отслоения в первую очередь выращивались объемные кристаллы GaSe и InSe. Кристаллизация проводилась методом Бриджмена. Для синтеза использовались In и Ga (6N) и Se марки ОСЧ 22-4. После извлечения из ростовых контейнеров кристаллы GaSe и InSe раскалывались по плоскостям спайности (001) на пластины толщиной порядка 1 мм для последующего приготовления нанослойных образцов.

Нанослои осаждались на подложки из кремния с ориентацией (111). Пластина из кремния резалась на подложки со сторонами $1 \times 1 \text{ см}^2$, которые перед нанесением нанослоев обезжиривались в толуоле.

Образцы нанослоев InSe и GaSe наносили на подложки из кремния с помощью механического отслоения. Пластина объемного материала отслаивалась с помощью приклеивания на ее поверхность клейкой ленты и последующего ее отрывания. Далее путем повторяющегося приклеивания

* Результаты были получены в рамках выполнения госзадания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0038.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>