

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОВОДИМОСТИ СЛОЕВ НАНОКРИСТАЛЛОВ PbS ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СВЕТА

Бухряков Н.В. (Университет ИТМО), Онищук Д.А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Парфенов П.С.
(Университет ИТМО)

В работе выполнено исследование типа проводимости слоев нанокристаллов PbS при экспозиции в различных условиях и их поведение с течением времени. Обнаружено многократное улучшение дырочной проводимости при освещении образцов и краткосрочное проявление электронной.

Введение. Исследование наноструктур на основе нанокристаллов (НК) сульфида свинца является достаточно актуальным для электронных и оптоэлектронных устройств, так как НК PbS обеспечивают возможность для расширения спектрального диапазона поглощения и улучшения проводимости материалов при использовании лигандов определенного типа. Последнее позволяет использовать их как для активного слоя, так и вспомогательных транспортных и инжекционных слоев. Расширенный диапазон поглощения делает материалы на основе PbS одним из приоритетных направлений в развитии солнечных элементов.

Основная часть. В данной работе исследованы типы проводимости пленок на основе НК PbS с лигандами этандитиола (EDT) и тетрабутиламмония бромида (ТВАИ). и измерена подвижность зарядов в них. Образцы изготовлены методом спин-коатинга путем нанесения на специальную подложку OFET Test Chip (Ossila), которая сделана специально для исследования типа проводимости и измерения характеристик наносимых веществ методом полевого транзистора. Обработка EDT и ТВАИ также проходила методом спин-коатинга, изготовления образцов и измерения происходили в атмосферных условиях и в атмосфере азота. Для измерения электрических характеристик использовался прибор «Keithley 2636b». Для определения типа проводимости и измерения подвижности зарядов в работе использовался метод измерения характеристик полевого транзистора (FET). При измерениях данным методом, имеется три электрода, два из которых являются стоком и истоком, а третий затвором, варьируя напряжение, на котором изменяется плотность носителей зарядов в канале между С-И, которым является исследуемое вещество, и таким образом мы управляем током через канал и получаем зависимости тока канала от напряжения на затворе. Наблюдая ВАХ полученные для образцов мы можем понять каким типом проводимости обладает образец и выяснить какая преобладает, а по графику переходной характеристики можно посчитать подвижность носителей зарядов. В результате исследований установлено, что для НК PbS преобладающим типом является дырочная проводимость, но также имеется и электронная проводимость. В ходе длительного пребывания образцов в атмосферных условиях выяснилось, что со временем, под влиянием кислорода и воздействием воды, содержащейся в воздухе, общая проводимость ухудшается, дырочная проводимость стала явно доминирующей, а электронная и вовсе исчезла. Также в ходе измерений иногда наблюдались большие токи через изолированный затвор, что скорее всего вызвано зарядкой поверхностных состояний канала, экранирующий протекающие через канал токи. Также образцы исследовались под освещением (галогенная лампа), что должно было помочь получить электронную проводимость, поскольку при освещении возрастает концентрация свободных носителей обоих знаков. Получилось зарегистрировать краткосрочную электронную проводимость, а дырочная проводимость сохранилась и значительно выросла.

Выводы. Проведенные исследования показали, что для НК PbS дырочная проводимость является преобладающим типом, а при длительном пребывании образцов в атмосфере и вовсе остается единственной. Освещение образцов помогло зарегистрировать краткосрочную электронную проводимость, а дырочная проводимость выросла многократно.

Бухряков Н.В (автор)

Подпись

Онищук Д.А (автор)

Подпись

Парфенов П.С (научный руководитель)

Подпись