ОТЗЫВ

научного руководителя PhD, Ерланұлы Е. на диссертационную работу

Жумадилова Рахымжана Ерболсынұлы

на тему: «Исследование свойств углеродных наностен для разработки электронных устройств»

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии»

Диссертационная работа Р.Е. Жумалдилова посвящена всестороннему изучению физических и химических свойств углеродных наностен (УНС) с целью разработки электронных устройств. Исследование является актуальным, так как находится на пересечении нанотехнологий, материаловедения, электроники и физики устройств, объединяя в себе анализ свойств наноматериалов, создание и характеризации электронных устройств.

Диссертационная работа выполнена на базе Национальной нанотехнологической лабораторий открытого типа, кафедры физики плазмы, нанотехнологии и компьютерной физики КазНУ имени аль-Фараби, АО «Казахстанско-Британский технический университет», Назарбаев Университета, Научного центра низкотемпературной плазменной науки Университета Нагоя.

В рамках исследовании проведены комплексные изучения морфологических, структурных, электронных, электрических и оптических свойств УНС, оценено влияние электронного и протонного облучения на свойства материала, с применением передовых аналитических инструментов и широко известных методов исследования. Кроме этого, были изготовлены и подробно охарактеризованы газовые сенсоры, самоадаптивные фотодиоды с учетом протонного облучения высокой энергией, а также электрохимические сенсоры на основе УНС.

В результате экспериментов выявлено, что УНС с лабиринтообразной морфологией и большим количеством дефектов в структуре способны адсорбировать больше молекул CO_2 в своем объеме по сравнению с УНС лепестковой морфологией и меньшим дефектом. На основе полученных данных изготовлен газовый сенсор углекислого газа на основе УНС с чувствительностью 1,03% и временем отклика 57 с.

Экспериментальные работы по изучению влияния ионизирующего излучения электронов с энергией 5 МэВ и протонов с энергией 1,8 МэВ с накопленными дозами 7×10^{13} э/см^2 и 10^{12} п/см^2, соответственно, на свойства УНС, показали что в зависимости от типа облучения изменяются морфология и структурные свойства УНС, которое в свою очередь, приводят к изменению электронных, оптических и электрических характеристик материала. Учитывая полученные данные, разработан самоадаптивный фотодиод УНС/CdZnTe с стабильной чувствительностью 0,11 А/Вт и удельной детектирующей способностью $5{,}2 \times 10^{10}$ Джонс в условиях протонного излучения с энергией 1,5 МэВ и дозой 10^{12} п/см^2.

Жумадилов Р.Е. в рамках прохождения научно-исследовательской стажировки в научном центре низкотемпературной плазменной науки Университета Нагоя (г. Нагоя, Япония) под руководством зарубежного научного консультанта профессора М.Хори провел ряд экспериментов по синтезу УНС легированных азотом и исследованию свойств полученного материала. Также изучено влияние содержание азота на электрохимические свойства устройств на основе УНС для определения пероксида водорода (H_2O_2). Показано, что высокое содержание графитовой связи N в УНС способствует адсорбции H_2O_2 и усиливает кинетику переноса электронов, что приводит к увеличению тока восстановления. В результате разработан электрохимические сенсоры H_2O_2 демонстрирующие широкий диапазон линейного отклика при концентрации H_2O_2 от 1 мкМ до 250 мкМ, низкий предел обнаружения 14 мкМ и высокую чувствительность 679,6 мкА $мМ^{-1}$ $см^{-2}$, с использованием УНС легированных азотом.

Полученные результаты представляют ценность для развития сферы нанотехнологии и наноэлектроники, в частности сенсорных устройств на основе УНС, дают понимание физики устройств и демонстрируют возможности практического применения УНС в электронных устройствах.

В рамках выполнения диссертационной работы Жумадилов Р.Е. опубликовал 4 статьи в рецензируемых научных журналах с высоким импакт-фактором, в таких как Carbon (IF=10.9), Nanotechnology (IF=3.5), Sensing and Bio-Sensing Research (IF=5.3), ACS Omega (IF=4.1), входящих в международные базы данных Web of Knowledge (Web of Science, США) и Scopus (Elsevier, Нидерланды), 1 статью в журнале Вестник КазНУ (Серия физическая) рекомендованный КОКСНВО МНВО РК, 6 работ в материалах Международных научных конференциях ближнего и дальнего зарубежье и подал 1 заявку на патент РК.

Исследовательская работа Жумадилова Р.Е. на тему «Исследование свойств углеродных наностен для разработки электронных устройств», по актуальности, по научному уровню, новизне и практической значимости соответствует всем квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD), а его автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии».

Научный консультант,
PhD Е. Ерланұлы

«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНЫХ НАУК И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Подпись Ерланулы Е.
подтверждаю