ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лопатина Артема Юрьевича «Электрические свойства и термовольтаический эффект в тонких пленках на основе оксида цинка и оксида никеля», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Актуальность работы обоснована разработкой преобразователи на основе термовольтаического эффекта (ТВЭ), заключающегося в самопроизвольном возникновении электрического напряжения в образце при отсутствии градиента температур. Следует отметить, что многие закономерности проявления термовольтаического эффекта в полупроводниках как n-типа, так и p-типа изучены слабо, что затрудняет применение этого эффекта в разработке преобразователя тепловой энергии в электрическую, работающего при постоянной температуре.

На мой взгляд, в качестве **наиболее значимых результатов** диссертационной работы, отличающихся новизной, можно отметить следующие.

- Для пленок NiO при малом содержании кислорода, равном 6–10 %, в области умеренных температур (до T = 470 K) доминирующий вклад в изменение электропроводности вносит термическая активация дырок с акцепторного уровня (~ 0,48 эВ). При повышении температуры в таких пленках возрастает вклад термоактивированной подвижности поляронов. Пленки, полученные при 15–20 % кислорода, соответствуют переходной области, в которой происходит перестройка дефектной подсистемы и меняется соотношение термоактивированной и прыжковой проводимости. При содержании кислорода 40–50 % сопротивление определяется прыжковой проводимостью между ближайшими центрами, связанными с ионами Ni3+, которые расположены на акцепторном уровне (~ 0,21 эВ).

- Впервые для двухслойных тонкопленочных структур на основе NiO, полученных реактивным высокочастотным магнетронным распылением при различном содержании кислорода в рабочей атмосфере, установлена связь между условиями формирования слоев, знаком и величиной напряжения термовольтаического эффекта.

- Синтезирована многослойная градиентная структура в одном технологическом цикле на основе NiO с последовательным изменением содержания кислорода при формировании отдельных слоев. Установлено, что при равномерном нагреве структура демонстрирует изменение знака напряжения на начальном участке и устойчивое напряжение термовольтаического эффекта около 55 мкВ при температуре 425 К.

- Сформирована и экспериментально исследована модельная четырехслойная тонкопленочная структура ZnO:Fe (xFe = 2,18 %)/ZnO:Fe (xFe = 0,55 %)/NiO (полученный при 50 % O2)/NiO (полученный при 40 % O2), содержащая последовательно соединенные градиентные ветви электронного и дырочного типа проводимости. Показано, что такая структура при равномерном нагреве демонстрирует устойчивое напряжение термовольтаического эффекта порядка 210 мкВ при выдержке в области 623–628 К в течение 8 часов.

Результаты исследований, выносимые на защиту, основаны на современных экспериментальных исследованиях и надежных теоретических схемах, а также значимой выборке по проведению вычислительных экспериментов. Приведены необходимые ссылки, указывающие на согласование результатов диссертанта с выводами других авторов.

Материалы диссертации достаточно полно опубликованы в 3 работах журналов перечня ВАК РФ и международных изданиях Scopus и Web of Science, а также докладывались на всероссийских и международных конференциях. Получен 1 патент и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечание:

- Автор не указывает погрешности проводимых измерений.

Отмеченное замечание не влияет на ***общее положительное заключение*** по диссертации.

Судя по содержанию автореферата, диссертант проделал большую и скрупулезную исследовательскую работу, получил новый доброкачественный экспериментальный материал и дал адекватную теоретическую интерпретацию.

Общая оценка диссертационной работы положительная.

Заключение.

Диссертационная работа **Лопатина Артема Юрьевича «Электрические свойства и термовольтаический эффект в тонких пленках на основе оксида цинка и оксида никеля»,** представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности:1.3.8. Физика конденсированного состояния, является самостоятельным и законченным научным исследованием, обладающей актуальностью, новизной, научной и практической значимостью и соответствует необходимым требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8.-«Физика конденсированного состояния».

Доктор физико-математический наук, доцент,
профессор кафедры нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики (кафедра НМОиПФ):

02.11.2026 г. Игнатенко Николай Михайлович

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ),
кафедра «Нанотехнологий, микроэлектроники, общей и прикладной физики»

Диссертация на соискание ученой степени д. ф-м. н. защищена по специальности 01.04.07 (Физика конденсированного состояния),
тел. +7(4712) 51-50-23, e-mail: swsuee@mail.ru,

Подпись Игнатенко Н.М.
удостоверяю
Специалист по кадрам