

Заключение диссертационного совета МГУ.01.18 по диссертации
на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «19» апреля 2018 г. № 4.1

О присуждении Котовой Марии Сергеевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Резистивные переключения в органических структурах на основе модифицированной полимерной матрицы» по специальности 01.04.10 – физика полупроводников принята к защите диссертационным советом 22 февраля 2018 года, протокол № 1.3

Соискатель, Котова Мария Сергеевна, 1991 года рождения, в 2013 г. окончила физический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по специальности физика конденсированного состояния вещества, в 2018 году окончила аспирантуру Физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и физики конденсированного состояния физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – чл.-корр. РАН, профессор, доктор физ.-мат. наук Д.Р. Хохлов, заведующий кафедрой общей физики и физики конденсированного состояния физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Васильевский Иван Сергеевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Физика конденсированных сред» Национального ядерного университета «МИФИ»

Успенский Юрий Алексеевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

Дьяконов Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой экспериментальной физики VI Университета Вюрцбурга (University of Würzburg), Германия

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обоснован тем, что они обладают высокой квалификацией в области экспериментальных и теоретических исследований полупроводниковых материалов, в том числе и органических систем. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, из них 10 статей, соответствующих требованиям ВАК, из которых 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.04.10 – физика полупроводников, что соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова:

1. Белогорохов И.А., Котова М.С., Донсков А.А., Дронов М.А., Белогорохова Л.И. Явление зарядовой памяти в органических композитных материалах // Кристаллография. – 2016. – Т. 61. – № 4. – С. 615-621.
2. Белогорохов И.А., Белогорохова Л.И., Котова М.С., Дронов М.А. Эффект зарядовой памяти в композиционных структурах на основе полистирола.// Письма в «Журнал технической физики». – 2016. – Т. 42. – № 17. – С. 49–56.
3. Belogorokhov I.A., Kotova M.S., Tikhonov E.V., Volikhov A.A., Dronov M.A., Ryabchikov Yu V., Vorontzov A.S., Martyshov M.N., Forsh P.A., Boronina G.P., Pushkarev V.E., Tomilova L.G., Khokhlov D.R. Transport and Spectroscopic Features of Composite Semiconductor Material Based on

Poly[2-Methoxy-5-(2-Ethyl-Hexyloxy)-1,4-Phenylene-Vinylene].// Journal of Nanoelectronics and Optoelectronics. – 2012. – V. 7. – No. 6. – С. 614–618.

4. Dronov M.A., Kotova M.S., Belogorohov I.A. Photo-controllable Resistive Memory Based on Polymer Materials.// MRS Proceedings. – 2015. – 1729.

В заключении комиссии диссертационного совета по предварительному рассмотрению кандидатской диссертации Котовой Марии Сергеевны ошибочно указаны издания (10 единиц) из списка ВАК.

На автореферат диссертации поступило 3 отзыва, все положительные:

1. От лауреата Государственной премии в области науки и техники, доктора химических наук, профессора Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Зломанова Владимира Павловича. Отзыв содержит замечание: «Следовало бы оговорить влияние условий синтеза на состав, структуру и электрофизические свойства образцов». Отмечено, что высказанные замечания не снижают ценности и научного уровня работы.

2. От кандидата химических наук, старшего научного сотрудника Института физики микроструктур РАН Пахомова Георгия Львовича. Отзыв замечаний не содержит.

3. От кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Института теоретической и прикладной электродинамики РАН Маклакова Сергея Сергеевича. Отзыв содержит два замечания: 1) «В автореферате рассмотрены композиции диэлектрических матриц с электропроводящими наполнителями. Если для металлических наполнителей подробно обсуждаются характеристики резистивного перехода - напряжение, ток, мощность, время, устойчивость и цикличность, то для композитов со фталоцианиновыми красителями эти величины не приведены» 2) «Цель работы заявлена как изучение механизмов резистивных переключений в композитах с полимерной матрицей для поиска способов осмысленной оптимизации и дизайна возможных устройств. Рассмотрено большое количество комбинаций «мат-

рицы» и «наполнителя» с разными размерами и свойствами включений. Используются три полимера- диэлектрика, 7 наполнителей - Al, Zn, Ag (по 5 мкм), CdSe (2 типа - 3 нм, или 100 нм), фталоцианины (2 типа), но отсутствует обобщение результатов по всей совокупности полученных данных, которое бы указывало наилучшую комбинацию для практического применения и объясняло бы причину образования этих оптимальных свойств». Отмечено, что высказанные замечания не снижают ценности и научного уровня работы.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получен ряд результатов, важных для развития существующих представлений о физических процессах в органических композитных материалах на основе полимерных матриц.

Показано, что характеристики резистивных переключений (РП) могут быть оптимизированы как уменьшением размеров образцов, так и с помощью внедрения металлических частиц Ag, Al, Zn в полимерную матрицу. Металлические частицы могут играть роль промежуточных контактов, что приводит к аналогичным результатам, как и при масштабировании образцов. Для исследованных структур минимальное время РП составило менее 10 нс, значения критического напряжения U_{cr} варьировались от 2 до 25 В, наблюдалось 10^5 циклов перезаписи и время сохранения сопротивления состояний составило около 3.5 месяцев. Определены оптимальные концентрации полупроводниковых частиц в изолирующей полимерной матрице для реализации стабильных, многократных РП с низким напряжением перехода OFF-ON и высокой амплитудой. Оптимальная массовая концентрация молекул фталоцианина составила 40-60 %. РП, полученные для образцов на гибких подложках с контактами, изготовленными методами печати, и для образцов на твердых подложках с контактами, нанесенными методами литографии, не имеют качественных отличий. Внешняя засветка в области поглощения нанопластин

CdSe в видимом диапазоне снижает напряжение включения образца более, чем на 10%. Для реализации памяти с более чем двумя состояниями разработана методика стабилизации промежуточных состояний РП с помощью нагрузочного сопротивления.

Теоретическая значимость и научная новизна исследования обусловлена тем, что в результате выполненных в диссертационной работе исследований определены основные параметры РП (критическое напряжение и напряженность включения, критический ток и мощность выключения, скорость РП, количество циклов перезаписи, длительность сохранения состояний) в матрицах с различной концентрацией модифицирующих добавок. Проведено сравнение свойств структур аналогичного состава на твердых подложках с контактами, нанесенными методами литографии, и на гибких подложках с контактами, изготовленными методами печати. Проведены исследования ВАХ в состояниях с высокой и низкой проводимостью в диапазоне температур от 70 К до 300 К. Продемонстрирована возможность управления свойствами РП с помощью внешней подсветки в диапазоне поглощения модификаторов матрицы. Методом импеданс-спектроскопии исследованы промежуточные состояния в процессе РП в органических структурах, и на основе анализа полученных данных предложена модель РП.

Практическую значимость исследования отражает существенный вклад результатов работы в проблему разработки многобитных массивов запоминающих устройств методами печати ячеек. Разработана методика стабилизации промежуточных состояний РП для реализации памяти с более чем двумя состояниями.

Достоверность научных результатов исследования подтверждается повторяемостью экспериментальных данных.

Диссертация представляет собой оригинальное и законченное научное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свиде-

тельствуют о личном вкладе автора в науку: основные экспериментальные исследования выполнены лично автором работы. Соискатель участвовал в модернизации используемых методик измерения, в обработке и анализе полученных экспериментальных результатов, самостоятельно готовил научные публикации и проводил широкую апробацию результатов исследований.

На заседании 19 апреля 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Котовой Марии Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 18, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета МГУ.01.18

доктор физико-математических наук

профессор

Перов Николай Сергеевич

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.01.18

кандидат физико-математических наук

доцент



Ефимова Александра Ивановна