

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Котовой Марии Сергеевны
на тему: «Резистивные переключения в органических структурах на
основе модифицированной полимерной матрицы»
по специальности 01.04.10 – «физика полупроводников»

Диссертация М.С. Котовой посвящена исследованию эффекта резистивных переключений в органических структурах на основе модифицированной полимерной матрицы. Разработка новых подходов к созданию элементов памяти является одной из приоритетных задач современной микроэлектроники. Переключения между состояниями с различной проводимостью, наблюдающиеся как в неорганических, так и в органических структурах, активно используются для создания ячеек резистивной памяти. Оптимизация параметров элементов памяти требует, как расширения круга используемых объектов, так и более глубокого понимания механизмов, ответственных за эффект. Поэтому тема диссертационной работы М.С. Котовой, безусловно, является актуальной.

Диссертация состоит из введения и пяти глав. В конце работы сформулированы основные выводы и приведен список цитированной литературы.

Литературный обзор демонстрирует осведомленность диссертанта о сущности и состоянии исследований по проблеме резистивной памяти. Лаконичность автора показывает, что она умеет анализировать материал и выбрать основное из огромного количества публикаций по выбранной теме.

Вторая глава посвящена методическим аспектам. Приведено описание использованных экспериментальных установок и режимов проведения измерений. Хотелось бы особенно отметить, что практически все структуры на основе органических соединений были получены автором самостоятельно.

Впечатляет количество и разнообразие исследованных объектов, поэтому решение дать подробное описание исследованных образцов в соответствующих главах представляется вполне оправданным.

В третьей главе рассмотрены возможности масштабирования для структур на основе органических соединений. Эта глава имеет выраженную прикладную направленность, но, тем не менее, анализ вольтамперных характеристик позволил определить особенности транспортных свойств в модифицированных структурах с помощью введения металлических частиц.

В четвертой главе приводятся результаты исследования электрофизических свойств структур, полученных с применением технологий печати. Показано, что пленки, осажденные на контактные разводки, полученные методом печати, не уступают по всем значимым параметрам пленкам на чипах, полученных с применением вакуумных технологий. Этот результат важен для практического применения, поскольку технологии печати в настоящее время являются наиболее приемлемыми для создания экономичных вариантов не только ячеек памяти, но и сенсоров различного типа.

В пятой главе представлены результаты исследования состояний с промежуточным значением проводимости, реализуемым в процессе переключения. Для фиксации промежуточных состояний была использована оригинальная методика. Измерения проводились методом спектроскопии полного импеданса. Анализ полученных годографов позволил сделать важные выводы о механизмах, ответственных за переключения. Показано, что рост проводимости связан с формированием проводящих каналов по которым передвигаются делокализованные (свободные) носители заряда.

Все представленные в работе результаты являются новыми и интересными. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, являются обоснованными. Их достоверность подтверждена многократными измерениями. Выводы соответствуют поставленным целям и задачам. В работе органично

сочетаются фундаментальные и прикладные аспекты. Имеется значительное количество (11) опубликованных статей, 3 из которых в международных журналах, входящих в список WoS или Scopus. Не менее важным аспектом апробации высокого качества работы М.С. Котовой считаю и то, что материалы ее диссертации были представлены в виде устных или стендовых докладов на целом ряде международных конференций, наиболее престижными из которых я считаю EMRS-2017 (Strasbourg, France), ISFOE-2013, 2014 (Thessaloniki, Greece), а также уже ставшая этаблированной международная школа по органической электронике IFSOE-2014, 2015, 2016 (Московский р-н). На последней из перечисленных конференции, на которой я лично присутствовал, М.С. Котова была удостоена первой премии за лучший устных доклад. Кроме того, результаты, полученные в диссертационной работе, неоднократно обсуждались на научных школах и семинарах в различных организациях, в том числе и в моем университете.

По рецензируемой работе имеются следующие вопросы или замечания:

1) В разделе 5.9.2 «Импеданс-спектроскопия» приведена оценка диэлектрической проницаемости $\epsilon \sim 3$, которая соответствует литературным данным для полистирола и фталоцианина. Однако исследованные образцы состояли в том числе и из CdS, который имеет ϵ между 8 и 10, согласно литературным данным. Почему это не увеличило диэлектрическую проницаемость композита?

2) Интересный эффект, показанный на Рис. 5.23, а именно 4 промежуточных состояния, к сожалению, не нашел места для обсуждения. Работа обрывается на этом рисунке.

3) Считаю нецелесообразным в электрических блок-схемах, например, на Рис. 2.3, использовать название фирмы-изготовителя прибора или серийный номер модели, а не общепринятые символы, например, для измерителя (источника) тока, или напряжения, а если и использовать, то проверить правописание (Keithley).

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

В заключении хочу добавить, что поставленная цель исследований была оптимально выбрана автором. Тема логических элементов микроэлектроники не потеряла своей актуальности ни в коей мере. Резистивные переключатели, мемристоры или пассивные устройства с функциональностью встроенной памяти, вообще, стали в данный момент одной из наиболее обсуждаемых тем микроэлектроники, поскольку здесь могут стать возможными новые принципы одновременного накопления и обработки данных компьютером, отличные от архитектуры фон Неймана. Поэтому начатая Котовой работа может оказаться очень перспективной в будущем. Поэтому я конечно же рекомендую скорую публикацию частично неопубликованного материала в зарубежной печати, а также подумать на тему патентов и конечно продолжать исследования.

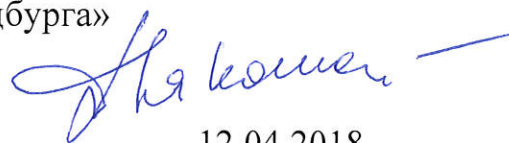
Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.10 – «физика полупроводников» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Котова Мария Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «физика полупроводников».

Официальный оппонент:

кандидат физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой экспериментальной физики
факультета физики и астрономии
«Университета Юлиуса-Махимилиана г. Вюрцбурга»

ДЬЯКОНОВ Владимир Владимирович



12.04.2018

Контактные данные:

тел.: 49(931)31-83111, e-mail: dyakonov@physik.uni-wuerzburg.de

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.07 – физика твердого тела

Адрес места работы:

97074, г. Вюрцбург, ул. Ам Хубланд, ФРГ

Университет Юлиуса-Махимилиана, факультет физики и астрономии

Тел.: 49(931)31-85720; e-mail: f-physik@physik.uni-wuerzburg.de

Подпись сотрудника факультета физики и астрономии Дьяконова В.В.
удостоверяю:

Декан



Профессор Берт Хехт (Prof. Bert Hecht)

12.04.2018

