

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР



ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ  
БАЗОВЫХ КАФЕДР ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

г. Ростов-на-Дону  
15–23 апреля 2015 г.

Ростов-на-Дону  
Издательство ЮНЦ РАН  
2015

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Южный научный центр

# XI

**ЕЖЕГОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ  
БАЗОВЫХ КАФЕДР ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

г. Ростов-на-Дону  
15–23 апреля 2015 г.

Ростов-на-Дону  
Издательство ЮНЦ РАН  
2015

УДК 001.891:387(063)

0-42

**Редколлегия:**

академик Г.Г. Матишов (отв. редактор)

чл.-корр. РАН Д.Г. Матишов

д.б.н. Е.В. Вербицкий

к.б.н. В.В. Титов

к.б.н. Н.В. Панасюк

к.г.н. Е.Э. Кириллова

**О-42 XI Ежегодная научная конференция студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН: тезисы докладов** (г. Ростов-на-Дону, 15–23 апреля 2015 г.). – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. – 299 с. – ISBN 978-5-4358-0104-0.

**Электронное издание в формате PDF**

В сборнике представлены тезисы докладов студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН по ключевым направлениям фундаментальных исследований, проводимых в академическом научном центре и на его базовых кафедрах в 9 государственных университетах Южного федерального округа. Доклады были представлены на XI Ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН на одиннадцати секциях: «Биология и биотехнология», «Науки о Земле», «Химия и химические технологии», «Технические науки», «Математика, механика и моделирование», «Нanomатериалы и нанотехнологии», «Физика и астрономия», «Информационные технологии и инновационный менеджмент», «Экономические процессы и системы», «Экономика», «Общественные и гуманитарные науки», – проведенных на базе подразделений ЮНЦ РАН в Ростове-на-Дону, Астрахани, Волгограде и Таганроге.

**УДК 001.891:387(063)**

*Конференция проведена Южным научным центром РАН в рамках выполнения Государственного задания на 2015 г.*

Тезисы докладов опубликованы с максимальным сохранением авторской редакции

*Научное издание*

*Зав. редакцией Е.Э. Кириллова*

*Верстка и макет обложки М.А. Болдырев*

*Корректоры: А.С. Бабаева, А.В. Стахеева, Л.Н. Успенская, А.А. Яковлева*

Издательство Южного научного центра РАН. 344006, Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41  
Тел. (863) 250-98-21

**ISBN 978-5-4358-0104-0**

© ЮНЦ РАН, 2015

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
Southern Scientific Centre

# XI

**ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE  
OF STUDENTS AND BASE DEPARTMENTS PhDs  
OF THE SOUTHERN SCIENTIFIC CENTRE RAS**

ABSTRACTS  
Rostov-on-Don  
15–23 April 2015

Rostov-on-Don  
SCC RAS Publishers  
2015

UDC 001.891:387(063)

E43

**Editorial board:**

Academician of RAS G.G. Matishov (Main editor)

Corresponding Member of RAS D.G. Matishov

Dr of Biology E.V. Verbitskiy

PhD of Biology V.V. Titov

PhD of Biology T.V. Panasuk

PhD of Geography E.E. Kirillova

**The XI annual scientific conference of students and base departments**  
**E43 PhDs of the Southern Scientific Centre RAS:** Abstracts (Rostov-on-Don, 15–23 April 2015). Rostov-on-Don: SSC RAS Publishers, 2015. 299 p. ISBN 978-5-4358-0085-2.

**Electronic edition in PDF**

This book contains collected abstracts of students and PhDs of base departments of the Southern Scientific Centre RAS. The main tendencies of fundamental researches that are carried out in the academic scientific centre and of its base departments in 9 state universities of the Southern Federal District. Proceedings were presented on the XI anniversary annual conference of the students and PhDs of SSC RAS base departments. There are 11 sections: Biology and Biotechnologies; Earth Sciences; Chemistry and Chemical Technologies; Technical Sciences; Mathematics, Mechanics and Modeling; Nanomaterials and Nanotechnologies; Physics and Astronomy; Informational Technologies and Innovative Management; Economical Processes and Systems; Economy; Social Sciences and the Humanities. Conference was carried out on the base of SSC RAS departments in Rostov-on-Don, Astrakhan, Volgograd, and Taganrog.

**UDC 001.891:387(063)**

*The conference was held by SSC RAS within the Government order for 2015*

Abstracts are published closely to authors' editing

ISBN 978-5-4358-0104-0

© SSC RAS, 2015

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ДИОДНОЙ СТРУКТУРЫ  
С НАНОРАЗМЕРНЫМ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ГРАФЕН/SiC КАТОДОМ НА ОДНОРОДНОСТЬ  
АВТОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ**

**И.Л. Житяев, З.М. Магомеднебиев**

*Южный федеральный университет*

*Кафедра интеллектуальных и многопроцессорных систем*

*jityaev.igor@gmail.com*

Автоэмиссионные катоды на основе углеродных наноматериалов представляют особый интерес в качестве источников свободных электронов в вакуумных СВЧ приборах. Графен – углеродная пленка толщиной в один атом, обладает уникальными геометрическими размерами, значениями механической прочности, электро- и теплопроводности. Карбид кремния химически, термически и радиационно устойчивый материал. Метод термической вакуумной деструкции карбида кремния позволяет получать графен на всей его поверхности. Таким образом, структуры графен на карбиде кремния являются перспективными для создания элементов автоэмиссионной микро- и наноэлектроники.

Для начала эмиссии электронов с поверхности катода необходимо создать сильное внешнее электрическое поле напряженностью  $10^5$ – $10^6$  В/м. С целью снижения пороговых напряжений применяются катоды в форме острия, выступа, нити, лезвия и т.д. В работе были исследованы модели автоэмиссионных диодных графен/SiC структур с нанометровым катодом в форме прямоугольного лезвия.

Одним из важных параметров автоэмиссионного прибора, влияющих на работоспособность, является однородность эмиссии электронов с поверхности катода. Для анализа распределения напряженности электрического поля между катодом и анодом было проведено моделирование. Выявлено усиление поля в 1,5–2 раза на краях прямоугольного автоэмиссионного катода по сравнению с центральным участком эмитирующей поверхности. Были предложены способы устранения неравномерного распределения электрического поля вдоль автоэмиссионного катода.

Исследовано влияние радиуса закругления углов автоэмиссионного катода и отношения ширины анода к ширине катода на усиление напряженности электрического поля. Построенные зависимости  $E_a(r)$  и  $E_a(b_a/b_c)$  показали, что уменьшение радиуса закругления и ширины анода способствует повышению равномерности электрического поля у поверхности автоэмиссионного катода. Однако уменьшение радиусов закругления также способствует смещению усиления электрического поля к центру автоэмиссионного катода. Выявлено, что при ширине анода меньшей, чем ширина катода, отсутствует усиление поля на краях катода. Определено, что для повышения равномерности распределения напряженности электрического поля между катодом и анодом достаточно уменьшения ширины анода, одновременное увеличение радиусов закругления катода не оказывает существенного влияния на усиление поля. Результаты ис-

следований необходимо учитывать при проектировании элементов автоэмиссионных приборов.

*Результаты работы были получены с использованием оборудования Центра коллективного пользования и НОЦ «Нанотехнологии» ЮФУ. Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности (Задание № 16.1154.2014/К).*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЖИДКОСТНОГО ТРАВЛЕНИЯ ЖЕРТВЕННОГО СЛОЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЕРЦИОННОЙ МАССЫ МИКРОМЕХАНИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ**

**Ю.Ю. Житяева**

*Южный федеральный университет  
Кафедра интеллектуальных и многопроцессорных систем  
yugusev@sfedu.ru*

Постоянное развитие современной техники предъявляет все большие требования по чувствительности, цене, габаритным размерам, потребляемой мощности к микроэлектромеханическим (МЭМС) инерционным датчикам (гироскопам, акселерометрам). В связи с чем разработка и производство новых высокочувствительных инерционных датчиков является актуальной задачей для отечественного МЭМС приборостроения, что подтверждается «Концепцией по развитию производства МЭМС-изделий в России на период до 2017 г.», представленной Русской Ассоциацией МЭМС в 2012 году.

Для возможного изготовления электрической и механической части датчика на одном кристалле в одном технологическом цикле, уменьшения габаритных размеров элементов, а также исключения стадии микросборки выбрана технология поверхностной микрообработки, в которой структура формируется из тонких структурных и жертвенных пленок с удалением последних на заключительном этапе. Причем от качества его удаления во многом зависит работоспособность готового изделия. Жидкостное травление наиболее простой и универсальный метод удаления жертвенного слоя.

Целью настоящей работы является установление влияния геометрических параметров структуры на процесс удаления жертвенного слоя и установление режимов травления для создания инерционных масс на основе поликристаллического кремния по технологии поверхностной микрообработки.

С этой целью изготовили тестовый элемент на основе структуры поликристаллический кремний / диоксид кремния / монокристаллический кремний ( $\text{Si}^*/\text{SiO}_2/\text{Si}$ ). Топологический рисунок формировали путем литографии фокусированным ионным пучком на установке Nova NanoLab 600 (FEI Company, Нидерланды). Далее для удаления жертвенного слоя оксида было проведено травление тестового элемента в буферном растворе плавиковой кислоты и фторида аммония при различном времени. Экспериментально определено значение скорости травления оксида в горизонтальном направлении, которое составило десятки нанометров в секунду. Установлено, что процесс жид-