

"ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА. Серия 3. МИКРОЭЛЕКТРОНИКА"

Редакционный совет Главный редактор

Красников Г.Я., д.т.н.,
академик РАН

Члены редакционного совета

Аристов В.В.,

член-корреспондент РАН

Асеев А.Л., д.ф.-м.н.,
академик РАН

Бетелин В.Б., д.ф.-м.н.,
академик РАН

Бокарев В.П., к.х.н.,
ответственный секретарь

Бугаев А.С., д.ф.-м.н.,
академик РАН

Быков В.А., д.т.н.

Галиев Г.Б., д.ф.-м.н.

Горбачевич А.А. д.ф.-м.н.,
член-корреспондент РАН

Горнев Е.С., д.т.н.,
зам. главного редактора

Грибов Б.Г., д.х.н.,
член-корреспондент РАН

Зайцев Н.А., д.т.н.

Ким А.К., к.т.н.

Критенко М.И., к.т.н.

Немудров В.Г., д.т.н.

Петричкович Я.Я., д.т.н.

Сигов А.С., д.ф.-м.н.,
академик РАН

Стемпковский А.Л., д.т.н.,
академик РАН

Чаплыгин Ю.А., д.т.н.,
академик РАН

Шелепин Н.А., д.т.н.,
зам. главного редактора

Эннс В.И., к.т.н.

Адрес редакции

124460 г. Москва, Зеленоград,
1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1

+7 495 229-70-43

journal_EEM-3@mikron.ru

www.niime.ru/

zhurnal-mikroelektronika

Журнал издается с 1965 года

Учредитель

АО "Научно-исследовательский
институт молекулярной
электроники"

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Г. В. БАРАНОВ, А. Г. ИТАЛЬЯНЦЕВ, Ш. Г. ПЕСКОВ

Особенности перераспределения атомов As в Si при ионной
имплантации структур SiO₂-Si 4–10

К. А. ПАНЫШЕВ

Влияние расположения контактов к карманам в инверторе на
возникновение тиристорного эффекта, вызванного воздействием
тяжелых заряженных частиц 11–18

ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИЯ

Р. А. АРИЛИН, С. Н. КОТЕКИНА, И. А. КОРОТОВА, А. Н. ПОЛЯКОВ,
А. А. ГОРБАТОВ

Эффект локального отсутствия силицида кобальта в КМОП-технологии 20–23

Ю. Г. ДОЛГОВЫХ, А. И. ПОГАЛОВ, Г. А. БЛИНОВ

Исследование и разработка технологии создания микромодулей на
гибкой коммутационной плате 24–28

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В. А. БЫКОВ, В. В. ПОЛЯКОВ, А. С. КАЛИНИН, А. В. ШЕЛАЕВ

К научному приборостроению для нанотехнологии: сканирующая
зондовая микроскопия 30–44

СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

Г. Я. КРАСНИКОВ, В. В. БАРДУШКИН, Д. А. КАРТАШОВ,

Ю. И. ШИЛЯЕВА, В. Б. ЯКОВЛЕВ

Влияние структуры и термоупругих характеристик компонентов на
средние напряжения в анодном оксиде алюминия с нитевидными
порами, заполненными поливинилиденфторидом 45–50

Н. А. ЗАЙЦЕВ, Г. Я. КРАСНИКОВ, Ю. И. ПЛОТНИКОВ

Физико-технологические особенности формирования системы Si-SiO₂
с нанотонкими слоями диоксида кремния 51–55

М. Н. ЖУРАВЛЕВ, Т. С. КАТАЕВА

Транспортные свойства органических полупроводников на основе
ветвящихся молекул транс-полиацетилена 56–62

Журнал включен Всероссийской аттестационной комиссией (ВАК)

в число изданий, рекомендованных для публикации статей соискателей
ученых степеней кандидата и доктора наук №1969

**"ELECTRONIC ENGINEERING.
Series 3. MICROELECTRONICS"**

Editorial Council

Chief Editor

G.Ya. Krasnikov, Sc. D.,
Full Member of the RAS

The Members

of Editorial Council

Aristov V.V., Sc. D.,
Corresponding Member of the RAS

Aseev A.L., Sc. D.,
Full Member of the RAS

Betelin V.B., Sc. D.,
Full Member of the RAS

Bokarev V.P., Ph.D.,
Responsible Secretary

Bugaev A.S., Sc. D.,
Full Member of the RAS

Bykov V.A., Sc. D.

Galiev G.B., Sc. D.

Gorbatsevich A.A., Sc. D.,
Corresponding Member of the RAS

Gornev E.S., Sc. D.,
Deputy Chief Editor

Gribov B.G., Sc. D.,
Corresponding Member of the RAS

Zaitsev N.A., Sc. D.

Kim A.K., Ph.D.

Kritenko M.I., Ph.D.

Nemudrov V.G., Sc. D.

Petrichkovich Ya. Ya., Sc. D.

Sigov A.S., Sc. D.,
Full Member of the RAS

Stempkovskiy A.L., Sc. D.,

Full Member of the RAS

Chaplygin Y.A., Sc. D.,

Full Member of the RAS

Shelepin N.A., Sc. D.,

Deputy Chief Editor

Enns V.V., Ph.D.

Editorial Staff Address

📍 1-st Zapadny pr-d 12, str. 1.
Zelenograd, Moscow,
124460, Russian Federation

☎ +7 495 229-70-43

✉ journal_EEM-3@mikron.ru

🌐 www.niime.ru/

zhurnal-mikroelektronika

The journal is published since 1965

Founder

"Molecular Electronics Research
Institute" Stock Company

PHYSICAL PHENOMENA

G. V. BARANOV, A. G. ITALYANTSEV, SH. G. PESKOV

Redistribution Effects Of Ion Implanted As In SiO₂-Si Structure 4-10

K. A. PANYSHEV

The Influence Of The Well Tie Location In Inverter On The Occurrence
Of The Thyristor Effect Caused By Heavy Ions Strike 11-18

PROCESSES AND TECHNOLOGY

**R. A. ARILIN, C. N. KOTEKINA, I. A. KOROTOVA, A. N. POLYAKOV,
A. A. GORBATOV**

The Effect Of A Local Absence Of Cobalt Silicide In Cmos Technology..... 20-23

YU. G. DOLGOVYKH, A. I. POGALOV, G. A. BLINOV

Research And Development Technology For Creating Micromodules On
A Flexible Commutation Board 24-28

PROCESSING AND MEASURING EQUIPMENT

V. A. BYKOV, V. V. POLYAKOV, A. S. KALININ, A. V. SHIRIAEV

Scientific Instruments For Nanotechnology: Scanning Probe Microscopy 30-44

PROPERTIES OF MATERIALS

**G. YA. KRASNIKOV, V. V. BARDUSHKIN, D. A. KARTASHOV,
YU. I. SHILYAEVA, V. B. YAKOVLEV**

Effect Of The Structure And Thermoelastic Characteristics Of Components
On The Average Stress In Anodic Aluminum Oxide Having Pores Filled With
Polyvinylidene Fluoride 45-50

N. A. ZAYTSEV, G. YA. KRASNIKOV, YU. I. PLOTNIKOV

Physico-Technological Features Of The System Formation Si-SiO₂ With
Nanothin Layers Of Silicon Dioxide..... 51-55

M. N. ZHURAVLEV, T. S. KATAEVA

Transport Properties Of Organic Semiconductors Based On Branched
Molecules Of Trans-Polyacetylene..... 56-62

The journal has included in the number of publications recommended for
publication of articles by applicants for academic degrees of candidate and
doctor of Sciences №1969 by the all-Russian attestation Commission (HAC)

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ АТОМОВ As В Si ПРИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ СТРУКТУР SiO₂-Si

Выполнен анализ эффекта накопления As в приповерхностных слоях Si при имплантации структур SiO₂-Si. Показано, что в ситуации когда средний проницаемый пробег As лежит вблизи границы SiO₂-Si эффект является следствием устойчивого разделения радиационных пар Френкеля – вакансий и собственных междоузельных атомов Si по разные стороны границы SiO₂-Si. Построена модель, в основе которой лежит массоперенос As в составе пар As-I, качественно и количественно описывающая эффект накопления As в приповерхностных слоях Si.

Ключевые слова: имплантация в многослойные структуры, эффект разделения пар Френкеля (V и I), диффузия As в SiO₂-Si

Сведения об авторах:

Баранов Глеб Владимирович; Московский физико-технический институт (Государственный университет), 141700, Россия, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9; Акционерное общество "Научно-исследовательский институт молекулярной электроники", 124460, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12/1; gbaranov@mikron.ru

Итальянцев Александр Георгиевич; доктор физико-математических наук; профессор; Акционерное общество "Научно-исследовательский институт молекулярной электроники", 124460, Россия, г. Москва, г. Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12/1 aitalyantsev@mikron.ru

Песков Шандор Григорьевич; Московский физико-технический институт (Государственный университет), 141700, Россия, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9, sandor-p@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНТАКТОВ К КАРМАНАМ В ИНВЕРТОРЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТИРИСТОРНОГО ЭФФЕКТА, ВЫЗВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Рассматривается эффект радиационно-индуцированной защелки, вызванной воздействием тяжелых заряженных частиц в инверторе, выполненном по объемной КМОП-технологии с проектной нормой 90 нм. Проанализировано возникновение тиристорного эффекта в зависимости от расположения контактов к n- и p-карманам в структуре. Подробно описано растекание заряда в структуре при падении заряженной частицы, по результатам которого предложены топологические решения, направленные на повышение устойчивости инвертора к тиристорному эффекту (ТЭ). Рассматриваются два варианта расположения контактов: контакт к p-карману в центре, к n-карману – с краю структуры; контакт к p-карману с краю, к n-карману – в центре структуры. Показано, что инвертор, выполненный по второму варианту топологии, обладает большей стойкостью к ТЭ, поскольку защелка не удерживается в структуре из-за медленного процесса диффузии дырок из правой части p+-источка. При этом в левой части p+-источка потенциал высокий ввиду расположения контакта к p-карману в центре структуры, и концентрация дырок там пренебрежимо мала. Если оба контакта к p-карману и n-карману находятся в центре инвертора, то можно добиться лучшей стойкости, однако вследствие правил проектирования для технологии с проектной нормой 90 нм площадь такого инвертора будет существенно выше.

Ключевые слова: радиационно-индуцированная защелка, ТЗЧ, Sentaurus TCAD

Сведения об авторах:

Панышев Кирилл Андреевич, акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, Россия, Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д.12, стр. 1, kpanyshv@mikron.ru

REDISTRIBUTION EFFECTS OF ION IMPLANTED AS IN SiO₂-Si STRUCTURE

The effect of As accumulation in the near-surface silicon layers after ion implantation of SiO₂-Si structures is analyzed. It is shown that the effect is due to Frenkel pairs stable splitting on opposite sides of the SiO₂-Si interface. A model of As accumulation effect is developed, which is based on the mass transfer of As in the As-I pairs.

Keywords: ion implantation into multilayer structures, effect of Frenkel pairs splitting, As diffusion in SiO₂-Si

Data of authors:

Baranov Gleb V.; Moscow Institute of physics and technology (State university), 141700, 9 Institutskiy per., Dolgoprudny, Moscow Region, 141700, Russia; Molecular Electronic Research Institute, SC 124460 12/1 1st Zapadny proezd, Zelenograd, Moscow, Russia; gbaranov@mikron.ru

Italyansev Alexander Grigorevich; Doctor of Science; professor; Molecular Electronic Research Institute, SC 124460 12/1 1st Zapadny proezd, Zelenograd, Moscow, Russia; aitalyantsev@mikron.ru

Peskov Shandor Grigorevich, Moscow Institute of Physics and Technology (State University), 141701, Russia, Dolgoprudny, Institutskiy per. 9; sandor-p@mail.ru

THE INFLUENCE OF THE WELL TIE LOCATION IN INVERTER ON THE OCCURRENCE OF THE THYRISTOR EFFECT CAUSED BY HEAVY IONS STRIKE

The effect of a radiation-induced latchup caused by the heavy ions strike in an inverter made on bulk 90 nm CMOS technology is considered. The occurrence of the thyristor effect depending on the location of the n- and p-well ties in the structure is analyzed. The charge spreading in the structure after heavy ion strike is thoroughly described, on the basis of which topological solutions aimed on increasing the stability of the inverter to the thyristor effect (TE) were suggested. Two versions of well tie location are considered: p-well tie in the center, n-well tie – at the edge of the structure; p-well tie at the edge, n-well tie – in the center. It is shown that the inverter made on the second type of topology shows more endurance to TE since the latchup is not sustained in the structure due to the slow process of hole diffusion from the right side of the p+ source. In this case, the potential on the left of the p+ source is high because of the n-well tie location at the center of the structure, and the hole concentration is negligible there. If both well ties are placed in the center of the inverter, then one can achieve better radiation hardness, however due to the design rules of 90 nm technology the area of such inverter would be much bigger.

Keywords: Radiation-induced latchup, heavy charged particles, Sentaurus TCAD

Data of authors:

Panyshv Kirill Andreevich, Molecular Electronics Research Institute Stock Company, 1-y Zapadny Proezd 12/1, Zelenograd, Moscow, 124460, Russia, kpanyshv@mikron.ru

ЭФФЕКТ ЛОКАЛЬНОГО ОТСУТСТВИЯ СИЛИЦИДА КОБАЛЬТА В КМОП-ТЕХНОЛОГИИ

В работе рассматривается негативный физический эффект, возникающий при увеличении степени интеграции в узле формирования силицида кобальта. Показан технологический способ устранения негативного эффекта и полученные результаты в маршруте изготовления КМОП 90 нм.

Ключевые слова: силицид кобальта, дефектность, ПХ-защитка

Сведения об авторах:

Арилин Роман Александрович; Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, e-mail: rarilin@mikron.ru

Котекина Светлана Николаевна; Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, e-mail: skotekina@mikron.ru

Коротова Ирина Александровна; Публичное акционерное общество «Микрон», 124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, e-mail: ikorotova@mikron.ru

Поляков Александр Николаевич; Публичное акционерное общество «Микрон», 124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, e-mail: apolyakov@mikron.ru

Горбатов Андрей Александрович; Публичное акционерное общество «Микрон», 124460, Россия, г. Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, e-mail: agorbatov@mikron.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ МИКРОМОДУЛЕЙ НА ГИБКОЙ КОММУТАЦИОННОЙ ПЛАТЕ

Создана технология изготовления микромодулей на основе бескорпусных многовыводных больших интегральных схем (БИС) с шариковыми выводами, смонтированных на гибкой плате. Проведено моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) материалов микромодуля и исследовано влияние размера шариковых выводов на прочность и долговечность. Проведены испытания микромодулей. Даны рекомендации по проектированию микромодулей.

Ключевые слова: микромодуль, технология монтажа, шариковый вывод, гибкая плата, напряженно-деформированное состояние материалов, испытание микромодуля

Сведения об авторах:

Долговых Юрий Геннадьевич; Закрытое акционерное общество «НИИМП-Т», 124460, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, д.6; wise85@bk.ru;

Поголов Анатолий Иванович, профессор, доктор технических наук; Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 124498, г. Москва, Зеленоград, площадь Шокина, дом 1; dtm@miee.ru;

Блинов Геннадий Андреевич, профессор, доктор технических наук; Закрытое акционерное общество «НИИМП-Т», 124460, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, д.6; blinov.38@mail.ru

THE EFFECT OF A LOCAL ABSENCE OF COBALT SILICIDE IN CMOS TECHNOLOGY

The paper discusses the negative physical effect arising from the increasing degree of integration in the host formation of the silicide of cobalt. Shown technology the way to eliminate the negative effect and the results obtained in the route of manufacturing the CMOS 90 nm.

Keywords: Silicide Cobalt, defectivity, Plasma-descum

Data of authors:

Arlin Roman Alexandrovich; Molecular Electronics Research Institute SC, 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1-St Zapadny proezd, d. 12/1, e-mail: rarilin@mikron.ru

Kotekina Svetlana Nikolaevna; Molecular Electronics Research Institute SC, 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1-St Zapadny proezd, d. 12/1, e-mail: skotekina@mikron.ru

Korotova Irina Alexandrovna; «Mikron», Public Joint-Stock Company, 1-y Zapadny Proezd 12/1, Zelenograd, Moscow, 124460, Russia, e-mail: ikorotova@mikron.ru

Polyakov Alexandr Nikolaevich; «Mikron», Public Joint-Stock Company, 1-y Zapadny Proezd 12/1, Zelenograd, Moscow, 124460, Russia, e-mail: apolyakov@mikron.ru

Gorbatov Andrey Alexandrovich; «Mikron» Public Joint-Stock Company, 1-y Zapadny Proezd 12/1, Zelenograd, Moscow, 124460, Russia, e-mail: agorbatov@mikron.ru

RESEARCH AND DEVELOPMENT TECHNOLOGY FOR CREATING MICROMODULES ON A FLEXIBLE COMMUTATION BOARD

The technology of manufacturing micromodules based of uncased multiconnection large-scale integrated circuits (LSI) with ball conclusions is mounted on a flexible board. Modeling stress-strain state (SSS) materials of the micromodule was carried out and the influence of the size ball conclusions on the strength and durability was investigated. Micromodules were tested. Recommendations for design of micromodules are given.

Keywords: Micromodule, mounting technology, ball conclusion, flexible board, stress-strain state of materials, testing of the micromodule

Data of authors:

Dolgovykh Yuriy Gennadyevich; «NIIMP-T» Closed Joint-Stock Company, 124460, Moscow, Zelenograd, travel 4806, building 6; wise85@bk.ru;

Pogalov Anatoliy Ivanovich, professor, doctor of technical sciences; National Research University «MIET», 124498, Moscow, Zelenograd, Shokin square, building 1; dtm@miee.ru;

Blinov Gennadiy Andreevich, professor, doctor of technical sciences; «NIIMP-T» Closed Joint-Stock Company, 124460, Moscow, Zelenograd, travel 4806, building 6; blinov.38@mail.ru

К НАУЧНОМУ ПРИБОРОСТРОЕНИЮ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИИ: СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ

Изложены исторические корни зарождения и развития молекулярной нанотехнологии в России, дальнейшее развитие которой потребовало создания специальных приборов – сканирующих зондовых микроскопов. Изложены основные этапы развития сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии нанометрового пространственного разрешения. Приводятся новые конструкции, контроллеры, режимы работы приборов, которые радикально расширяют их аналитические опции; показаны новые разработки микромеханических систем для СЗМ и тенденции их развития.

Ключевые слова: сканирующий туннельный микроскоп, СТМ, сканирующий атомно-силовой микроскоп, АСМ, сканирующий зондовый микроскоп, СЗМ, рамановская спектроскопия, рамановская микроскопия сверхвысокого разрешения, ближнепольная оптическая микроскопия, безапертурная сканирующая зондовая микроскопия ближнего поля, кантилевер, картридж, нанотехнология, метрология, нанометрология

Сведения об авторах:

Быков Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор МФТИ, кафедры микрорелектроники ФКЭ МФТИ, Нанотехнологическое общество России, Группа компаний NT-MDT Spectrum Instruments, 124460, Москва, Зеленоград, проезд №4922, дом 4, строение 3, vbykov@ntmdt-si.com

Поляков Вячеслав Викторович, кандидат технических наук, Группа компаний NT-MDT Spectrum Instruments, 124460, Москва, Зеленоград, проезд №4922, дом 4, строение 3, polyakov@ntmdt-si.com

Калинин Арсений Сергеевич, Группа компаний NT-MDT Spectrum Instruments, 124460, Москва, Зеленоград, проезд №4922, дом 4, строение 3, akalinin@ntmdt-si.com

Шелаев Артем Викторович, Группа компаний NT-MDT Spectrum Instruments, 124460, Москва, Зеленоград, проезд №4922, дом 4, строение 3, shelaev@ntmdt-si.com

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И ТЕРМОУПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОНЕНТОВ НА СРЕДНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В АНОДНОМ ОКСИДЕ АЛЮМИНИЯ С НИТЕВИДНЫМИ ПОРАМИ, ЗАПОЛНЕННЫМИ ПОЛИВИНИЛДЕНФТОРИДОМ

Решается задача определения и численного моделирования средних напряжений в композитах типа волокна поливинилиденфторида в матрице анодного оксида алюминия, обусловленных различиями термических коэффициентов линейного расширения элементов неоднородности.

Ключевые слова: анодный оксид алюминия, поливинилиденфторид, матричный композит, термоупругие характеристики, средние напряжения, моделирование

Сведения об авторах:

Красников Геннадий Яковлевич; д. т. н., академик РАН, Акционерное общество "Научно-исследовательский институт молекулярной электроники", 124460, РФ, Москва, г. Зеленоград, 1-й Западный проезд, дом 12, стр. 1, e-mail: krasnikov@mikron.ru

Бардушкин Владимир Валентинович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедр «Высшая математика №2» и «Системная среда качества» МИЭТ, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 124498, Москва, Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, bardushkin@mail.ru;

Карташов Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 124460, Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, 12, dmitry.kartashov@mail.ru;

Шилиева Юлия Игоревна, кандидат химических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 124498, Москва, Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, shilyeva@gmail.com;

Яковлев Виктор Борисович, профессор российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Высшая математика №2» МИЭТ, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», 124498, Москва, Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, yakovlev@miee.ru

SCIENTIFIC INSTRUMENTS FOR NANOTECHNOLOGY: SCANNING PROBE MICROSCOPY

The historical roots of the birth and development of molecular nanotechnology in Russia are outlined, the further development of which required the creation of special instruments - scanning probe microscopes. The main stages of the development of scanning probe microscopy and nanoscale spatial resolution spectroscopy are described. New designs, controllers, modes of operation of devices are presented, which radically expand their analytical options; New developments of micromechanical systems for SPM and trends of their development are shown.

Keywords: scanning tunneling microscopy, STM, scanning atomic force microscopy, AFM, scanning probe microscopy, SPM, Raman spectroscopy, tip enhance Raman Scattering, TERS, SERS, cantilever, cartridge, nanotechnology, metrology, nanometrology.

Data of authors:

Bykov Victor Alexandrovich, doctor of technical science, professor MIPT, Moscow Institute of physics and technology, Nanotechnological society of Russia, NT-Molecular Devices and Tools for Nanotechnology Spectrum Instruments, building 4, building 3, proezd №4922, Zelenograd, Moscow, 124460, vbykov@ntmdt-si.com

Polyakov Vyacheslav Viktorovich, candidate of Sciences, scientific director, NT-Molecular Devices and Tools for Nanotechnology Spectrum Instruments, building 4, building 3, proezd №4922, Zelenograd, Moscow, 124460, polyakov@ntmdt-si.com

Kalinin Arseniy Sergeevich, NT-Molecular Devices and Tools for Nanotechnology Spectrum Instruments, building 4, building 3, proezd №4922, Zelenograd, Moscow, 124460, akalinin@ntmdt-si.com

Shiriaev Artem Viktorovich, NT-Molecular Devices and Tools for Nanotechnology Spectrum Instruments, building 4, building 3, proezd №4922, Zelenograd, Moscow, 124460, shelaev@ntmdt-si.com

EFFECT OF THE STRUCTURE AND THERMOELASTIC CHARACTERISTICS OF COMPONENTS ON THE AVERAGE STRESS IN ANODIC ALUMINUM OXIDE HAVING PORES FILLED WITH POLYVINYLIDENE FLUORIDE

The problem of determining and numerical modelling the average stress in composites with polyvinylidene fluoride fibres in a matrix of anodic aluminum oxide is solved with allowance for the difference between the thermal coefficients of the linear extension of elements of heterogeneity.

Keywords: anodic aluminum oxide, polyvinylidene fluoride, matrix composite, thermoelastic properties, average stress, modelling

Data of authors:

Krasnikov Gennady Yakovlevich, Dr.Sci., RAS academician, Molecular Electronic Research Institute, Stock Company 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1st Zapadny proezd, 12/1, gkrasnikov@mikron.ru

Barдушкин Vladimir Valentinovich, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, docent, Professor departments of "Higher mathematics No. 2" and "System environment" quality MIET, «National Research University of Electronic Technology», Bld. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498, bardushkin@mail.ru;

Kartashov Dmitrii Alexandrovich, Candidate of Engineering Sciences, docent, «Molecular Electronic Research Institute» Stock Company, National Research University of Electronic Technology, d. 12/1, 1st Zapadny proezd Zelenograd, Moscow, Russia, 124460, dmitry.kartashov@mail.ru;

Shilyeva Yuliya Igorevna, Candidate of Chemical Sciences, «National Research University of Electronic Technology», Bld. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498, shilyeva@gmail.com;

Yakovlev Viktor Borisovich, Professor of Russian Academy of Sciences, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor of "Higher mathematics No. 2" MIET, «National Research University of Electronic Technology», Bld. 1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, Russia, 124498, yakovlev@miee.ru

ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ Si-SiO₂ С НАНОТОНКИМИ СЛОЯМИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Проведено исследование некоторых оптических и электрофизических характеристик (показатель преломления, критическое поле пробоя, вольт-фарадные характеристики) структур Si-SiO₂ с нанотонкими слоями диоксида кремния. Показано, что в диапазоне 3–11 нм эти параметры существенно зависят от толщины SiO₂. С уменьшением толщины диоксида наблюдается увеличение показателя преломления примерно на 5% и критического поля пробоя примерно на 25%, а также сдвиг ВФХ в сторону положительных напряжений вплоть до перехода напряжения плоских зон через нуль. Наиболее резкое изменение n и $E_{кр}$ а также переход через нуль $E_{р}$ имеют место в области толщин 6,0–7,5 нм. Объяснение наблюдаемых явлений предложено в рамках адсорбционной модели.

Ключевые слова: МДП-структура, диоксид кремния, субтонкие слои, электрофизические свойства, оптические свойства

Сведения об авторах:

Зайцев Николай Алексеевич, доктор технических наук, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, Москва, Зеленоград, 1-й Западный проезд, д. 12, стр. 1, nzaytsev@mikron.ru

Красников Геннадий Яковлевич; д. т. н., академик РАН, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, РФ, Москва, г. Зеленоград, 1-й Западный проезд, дом 12, стр. 1, e-mail: krasnikov@mikron.ru

Плотников Юрий Иванович, кан-дидат технических наук, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт молекулярной электроники», 124460, Москва, Зеленоград, 1-ый Западный проезд, д.12, стр. 1, yplotnikov@mail.ru

ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА ОСНОВЕ ВЕТВЯЩИХСЯ МОЛЕКУЛ ТРАНС-ПОЛИАЦЕТИЛЕНА

С помощью *ab initio* моделирования методом функционала плотности исследовано изменение геометрии и энергетического спектра Y-разветвителя на основе молекулярных цепочек транс-полиацетилена при инжекции носителей заряда. Показано, что заряд локализуется в точке ветвления. Взаимодействие локализованных электронов и фононов приводит к понижению подвижности электронов проводимости.

Ключевые слова: транс-полиацетилен, Y-разветвитель, квантовый транспорт, теория Маркуса, локализованные состояния

Сведения об авторах:

Журавлев Максим Николаевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Россия, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, 124498, maxim@org.miet.ru

Катаева Татьяна Сергеевна, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Россия, Москва, г. Зеленоград, пл. Шокина, д. 1, 124498, tatyana.kataeva@gmail.com

PHYSICO-TECHNOLOGICAL FEATURES OF THE SYSTEM FORMATION Si-SiO₂ WITH NANOTHIN LAYERS OF SILICON DIOXIDE

The study tested some optical and electrophysical characteristics (index of refraction, the critical field of breakdown, characteristic volt-faradnye) structures of Si-SiO₂ with nanothin layers of dioxide of silicon. The study shows that in the range the 3-11th these parameters significantly depend on SiO₂ thickness. With reduction of thickness of dioxide increase in index of refraction ~ for 5% and the critical field of breakdown ~ for 25%, and also shift of VFH towards positive tension is observed up to transition of tension of flat zones through zero. The sharpest change of n and $E_{кр}$ and also transition through zero $E_{р}$ take place in the field of thickness of 6,0–7,5 nm. The explanation of the observed phenomena is offered within the adsorptive model.

Keywords: MDP-structure, silicon dioxide, subthin layers, electrophysical properties, optical properties

Data of authors:

Zaytsev Nikolay Alekseevich, Doctor of Science, "Molecular Electronics Research Institute" Stock Company, 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1-st Zapadny proezd, 12/1, nzaytsev@mikron.ru

Krasnikov Gennady Yakovlevich, Dr.Sci., RAS academician, Molecular Electronic Research Institute, Stock Company 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1-st Zapadny proezd, 12/1, gkrasnikov@mikron.ru

Plotnikov Yuri Ivanovich, candidate of Sciences, "Molecular Electronics Research Institute" Stock Company, 124460, Russia, Moscow, Zelenograd, 1-st Zapadny proezd, 12/1, yplotnikov@mikron.ru

TRANSPORT PROPERTIES OF ORGANIC SEMICONDUCTORS BASED ON BRANCHED MOLECULES OF TRANS-POLYACETHYLENE

Modifications of geometry and energy spectrum at charge carries injection in the Y-splitter based on trans-polyacetylene molecular chains are researched by *ab initio* simulations using the density functional method. It is shown that the charge is localized at the branch point. The interaction of localized electrons and phonons leads to decrease in the mobility of conduction electrons.

Keywords: : trans-polyacetylene, Y-splitter, quantum transport, Marcus theory, localized states

Data of authors:

Zhuravlev Maxim Nikolaevich, candidate of physico-mathematical Sciences, National Research University of Electronic Technology "MIET", Russia, Zelenograd, bld. 1, Shokin Square, 124498, maxim@org.miet.ru

Kataeva Tatyana Sergeevna, National Research University of Electronic Technology "MIET", Russia, Zelenograd, bld. 1, Shokin Square, 124498, tatyana.kataeva@gmail.com