

*Российская академия наук*

# МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

Том 53 № 1 2024 Январь—Февраль

Основан в 1972 г.  
Выходит 6 раз в год  
ISSN 0544-1269

*Журнал издается под руководством  
Отделения нанотехнологий и информационных технологий РАН*

*Главный редактор*  
Г.Я. Красников

Редакционная коллегия:

И.И. Абрамов, М.Р. Бакланов, А.А. Бухараев,  
А.А. Горбачев, Е.С. Горнев, Ф.Ф. Комаров,  
В.Ф. Лукичев (*заместитель главного редактора*), П.П. Мальцев,  
И.Г. Неизвестный (*заместитель главного редактора*),  
В.П. Попов, Д.В. Рощупкин,  
К.В. Руденко (*ответственный секретарь*),  
А.С. Сигов, М.Н. Стриханов, Р.А. Сурис,  
Ю.А. Чаплыгин, В.А. Шахнов

*Зав. редакцией* Е.В. Есина

*Адрес редакции:* 117218 Москва, Нахимовский проспект, 36, корп. 1, ФТИАН

Тел. 8-499-129-54-46

ponomareval@mail.ru

Москва  
ФГБУ «Издательство «Наука»

# СОДЕРЖАНИЕ

Том 53, номер 1, 2024

## ДИАГНОСТИКА

- Анализ неоднородностей DrHEMT-структуры на основе GaAs/In<sub>0.53</sub>Ga<sub>0.47</sub>As после нейтронного воздействия  
*О. Л. Голиков, Н. Е. Кодочигов, С. В. Оболенский, А. С. Пузанов, Е. А. Тарасова, С. В. Хазанова* 3
- Структурирование поверхности тонких углеродных пленок в ходе активации импульсами тока микросекундной длительности  
*Д. В. Нефедов, Н. О. Шабунин, Д. Н. Браташов* 8

## МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Моделирование физико-химических и электронных свойств литийсодержащего 4H-SiC и бинарных фаз системы Si–C–Li  
*М. М. Асадов, С. С. Гусейнова, С. Н. Мустафаева, С. О. Маммадова, В. Ф. Лукичев* 16
- Моделирование электронных свойств М-легированных суперъячеек Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>–М (М = Zr, Nb) с моноклинной структурой для литий-ионных аккумуляторов  
*М. М. Асадов, С. О. Маммадова, С. Н. Мустафаева, С. С. Гусейнова, В. Ф. Лукичев* 39

## ПРИБОРЫ

- Перенос электронов в биполярном транзисторе со сверхрешеткой в области эмиттера  
*О. Л. Голиков, И. Ю. Забавичев, А. С. Иванов, С. В. Оболенский, Е. С. Оболенская, Д. Г. Павельев, А. А. Потехин, А. С. Пузанов, Е. А. Тарасова, С. В. Хазанова* 51
- Исследование мемристорного эффекта в кроссбар-архитектуре для нейроморфных систем искусственного интеллекта  
*В. В. Полякова, А. В. Саенко, И. Н. Коц, А. В. Ковалев* 58

## ТЕХНОЛОГИИ

- Применение спектральной эллипсометрии для диэлектрических, металлических и полупроводниковых пленок в технологии микроэлектроники  
*Р. А. Гайдукасов, А. В. Мяконьких* 64
- Особенности электроформовки и функционирования мемристоров на основе открытых “сэндвич”-структур TiN–SiO<sub>2</sub>–Mo  
*Е. С. Горлачев, В. М. Мордвинцев, С. Е. Кудрявцев* 75
- Молекулярное наслаивание аддитивного слоя диоксида кремния на анодированные оксиды тантала и ниобия  
*Ю. К. Ежовский, С. В. Михайловский* 85
- Параметры и состав плазмы в смеси CF<sub>4</sub> + H<sub>2</sub> + Ar: эффект соотношения CF<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>  
*А. В. Мяконьких, В. О. Кузьменко, А. М. Ефремов, К. В. Руденко* 91
- Материалы для межсоединений интегральных схем с проектными нормами менее 5 нм  
*А. Е. Рогожин, О. Г. Глаз* 102

# CONTENTS

No 1, 2024

Analysis of Nonlinear Distortions of Dphemt Structures Based on a GaAs/InGaAs Compound with Double-Sided Delta-Doping <i>O. L. Golikov, N. E. Kodochigov, A. S. Puzanov, S. V. Obolensky, E. A. Tarasova, S. V. Khazanova</i>	3
Structuring of the Surface of Thin Carbon Films During Activation by Microsecond Current Pulses <i>D. V. Nefedov, N. O. Shabunin, D. N. Bratashov</i>	8
Modeling of Physical-Chemical and Electronic Properties of Lithium-Containing 4H—SiC and Binary Phases of the Si—C—Li System <i>M. M. Asadov, S. S. Huseynova, S. N. Mustafaeva, S. O. Mammadova, V. F. Lukichev</i>	16
Modeling of the Electronic Properties of M-Doped Supercells (M = Zr, Nb) with a Monoclinic Structure For Lithium-Ion Batteries <i>M. M. Asadov, S. O. Mammadova, S. N. Mustafaeva, S. S. Huseynova, V. F. Lukichev</i>	39
Electron Transport in a Bipolar Transistor with a Superlattice in the Emitter <i>O. L. Golikov, I. Yu. Zabavichev, A. S. Ivanov, S. V. Obolensky, E. S. Obolenskaya, D. G. Paveliev, A. A. Potekhin, A. S. Puzanov, E. A. Tarasova, S. V. Khazanova</i>	51
Research of Memristor Effect in Crossbar Architecture for Neuromorphic Artificial Intelligence Systems <i>V. V. Polyakova, A. V. Saenko, I. N. Kots, A. V. Kovalev</i>	58
Application of Spectral Ellipsometry for Dielectric, Metal and Semiconductor Films in Microelectronics Technology <i>R. A. Gaidukasov, A. V. Miakonkikh</i>	64
Features of Electroforming and Functioning of Memristors Based on Open TiN—SiO <sub>2</sub> —Mo Sandwich Structures <i>E. S. Gorlachev, V. M. Mordvintsev, S. E. Kudryavtsev</i>	75
Molecular Layering of an Additive Layer of Silicon Dioxide on Anodized Tantalum and Niobium Oxides <i>Yu. K. Ezhovskii, S. V. Mikhailovskii</i>	85
Parameters and Composition of Plasma in a Mixture of Cf <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> + Ar: Effect of the Cf <sub>4</sub> /H <sub>2</sub> Ratio <i>A. V. Miakonkikh, V. O. Kuzmenko, A. M. Efremov, K. V. Rudenko</i>	91
Interconnects Materials for Integrated Circuit Technology Below 5 Nm Node <i>O. G. Glaz, A. E. Rogozhin</i>	102