



ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПОВТОРЯЕМОСТИ И ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ЯЧЕЙКИ РЕЗИСТИВНОЙ ПАМЯТИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГАФНИЯ

STUDYING THE PROBLEMS OF HfO₂ RERAM CELL CHARACTERISTICS REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY

УДК 004.076.4

ЛЕБЕДЕВ АНТОН ОЛЕГОВИЧ^{1,2}

alebedev@niime.ru

ИВАНОВ СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ^{1,2}ВОРОНОВ ДАНИИЛ ДМИТРИЕВИЧ^{1,2}ОРЛОВ ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ²LEBEDEV ANTON O.^{1,2}

alebedev@niime.ru

IVANOV SERGEY V.^{1,2}VORONOV DANIL D.^{1,2}ORLOV OLEG M.²

¹ Московский физико-технический институт (государственный университет),
Институтский переулок, 9, г. Долгопрудный, 141701

² АО «НИИ молекулярной электроники»

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

¹ Moscow Institute of Physics and Technology (State University),
9 Institutskiy Lane, Dolgoprudny, Moscow Region, 141701, Russia

² Molecular Electronics Research Institute JSC

12/1 1st Zapadny Lane, Zelenograd, Moscow, 124460, Russia

В работе будут представлены экспериментальные данные, демонстрирующие наличие проблемы с повторяемостью и воспроизводимостью электрофизических характеристик ячеек ReRAM. Также будет представлен обзор методов улучшения стабильности характеристик, произведен анализ их применимости к имеющимся образцам памяти. Будут предложены различные схемотехнические и структурные изменения ячеек для повышения стабильности характеристик.

Ключевые слова: энергонезависимая память; резистивная память; ReRAM; оксид гафния.

This paper presents experimental data demonstrating the problem of the repeatability and reproducibility of electrophysical characteristics of ReRAM cells. An overview of methods for improving the stability of the characteristics will also be presented, and an analysis will be made of their applicability to the available memory samples. Some circuit and structural approaches to improving the stability of characteristics will be proposed.

Keywords: non-volatile memory; resistive memory; ReRAM; hafnium oxide.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена исследованию стабильности электрофизических характеристик резистивной памяти от цикла к циклу и от ячейки к ячейке. В связи с тем что разработка энергонезависимой памяти является важнейшей задачей современной микроэлектроники [1], а резистивная память является одним из основных кандидатов на роль «универсальной» памяти [2], данная тема имеет значительную актуальность. Несмотря на существование работоспособных прототипов ячеек памяти ReRAM, создание интегральных схем на их основе затруднено в значительной мере из-за низкой повторяемости электрофизических характеристик, таких как напряжения формовки, записи, стирания и сопротивления в записанном и стертом состояниях.

В работе представлены результаты экспериментальных исследований характеристик 168 ячеек памяти ReRAM на основе стека Pt/HfO₂ (6 нм)/TiN с *p*- и *n*-канальными транзисторами. Получены статистические данные, показавшие большой разброс характеристик эквивалентных ячеек: напряжение формовки $V_{form} = 3,0–5,0$ В, напряжение записи $V_{set} = 1,0–3,0$ В, напряжения стирания $V_{reset} = -1,0…-3,5$ В. Для большинства ячеек окно

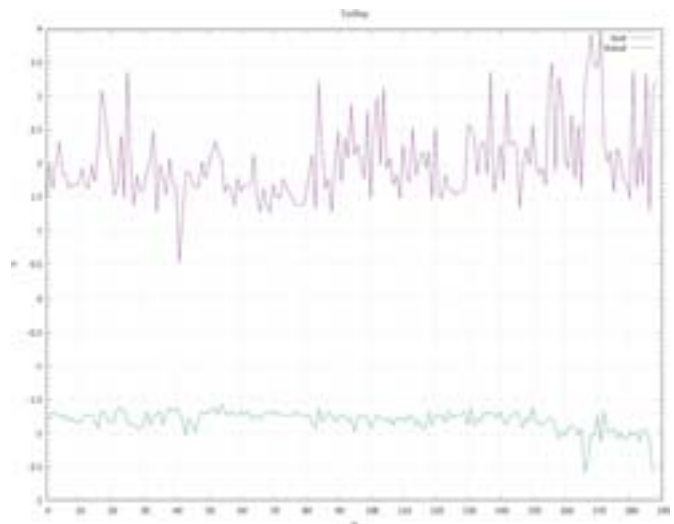


Рис. 1. Напряжения записи V_{set} и стирания V_{reset} при циклировании одной ячейки



памяти $R_{off}/R_{on} = 10-80$, однако величины сопротивлений R_{off} и R_{on} имеют большой разброс.

Также для двух ячеек памяти получены результаты изменений характеристик в ходе двухсот циклов переключения путем подачи развертки напряжения. Данные эксперименты показали большой разброс напряжения записи V_{set} и сопротивления в стертом состоянии R_{off} , а также малый разброс напряжения стирания V_{reset} и сопротивления в записанном состоянии R_{on} . В работе была выдвинута феноменологическая модель, объясняющая этот эффект как с точки зрения физики образования филамента, так и со схемотехнической точки зрения.

В работе представлен обзор возможных путей решения проблем со стабильностью характеристик. Существуют два пути решения обозначенных проблем: схемотехнический [3] и технологический [4]. Первый предполагает усовершенствование методов программирования и проверки состояния ячейки, второй — изменения в структуре функционального слоя и электродов ячейки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красников Г.Я., Шелепин Н.А. Состояние и перспективы развития технологий и элементной базы СБИС с энергонезависимой памятью // Проектирование систем на кристалле: тенденции развития и проблемы. Сборник тезисов. — С. 55, 2010.
2. Meena J.S. *et al.* Overview of Emerging Nonvolatile Memory Technologies // Nanoscale Research Letters, 9:526, 2014.
3. Shimeng Yu, Ximeng Guan, H.-S. Philip Wong // *On the Stochastic Nature of Resistive Switching in Metal Oxide RRAM: Physical Modeling, Monte Carlo Simulation and Experimental Characterization.*
4. Gao B., Zhang H.W. *et al.* // *Oxide-Based RRAM: Uniformity Improvement Using a New Material-Oriented Methodology.*

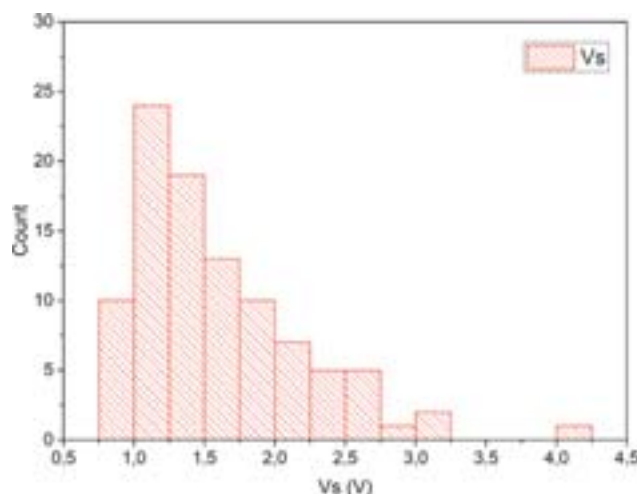


Рис. 2. Гистограмма напряжений записи V_{set} для 96 рабочих ячеек памяти

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



НАНОКОМПЗИТЫ В РЕНТГЕНОВСКОЙ ТЕХНИКЕ

Алексеев С.В., Таубин М.Л.,
Ясколко А.А.

М: ТЕХНОСФЕРА, 2014. — 204 с.
ISBN 978-5-94836-379-0

Цена 1090 руб.

В книге рассмотрены физические принципы генерации рентгеновского излучения при взаимодействии пучка электронов с поверхностью металла. Обсуждается принципиальная возможность снижения температуры эксплуатации рентгеновских систем путем использования углеродных нанотрубок для эмиттеров и повышения эксплуатационных характеристик рентгеновских трубок с помощью использования моно- и наноструктурных материалов. Представлено математическое моделирование структурной стабильности наноматериалов с использованием методов механики сплошной среды. Затронуты технологические аспекты получения наноструктурных материалов применительно к условиям работы рентгеновских трубок. Даны практические рекомендации по изменению конструктивной схемы существующих рентгеновских источников за счет использования наноматериалов. Содержание монографии представляет несомненный интерес для специалистов в приграничной области между нанотехнологией и рентгеновской техникой. Студенты, аспиранты и преподаватели соответствующих дисциплин могут воспользоваться конкретными научными результатами, а также методическим подходом при решении практических задач.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 (495) 234-0110; ☎ +7 (495) 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru