

Зондовая нанолитография элемента резистивной памяти на основе мемристорных структур из оксида титана

В.И. Авилов, В.А. Смирнов

*Южный федеральный университет, Институт нанотехнологий, электроники и приборостроения, 347922, Таганрог, Россия
AvilovVI@sfedu.ru*

В работе представлены результаты формирования макета элемента резистивной памяти на основе мемристорных структур из оксида титана с использованием зондовой нанолитографии методом локального анодного окисления, которые проявляют мемристорный эффект без проведения дополнительной операции электроформовки.

Probe nanolithography of resistive memory element based on titanium oxide memristor structures

V.I. Avilov, V.A. Smirnov

Southern Federal University, Institute of Nanotechnologies, Electronics, and Equipment Engineering, 347922, Taganrog, Russia

The paper presents the results of the formation of the resistive memory element model on the basis of the memristor structures of titanium oxide using probe nanolithography by the local anodic oxidation, which exhibit a memristor effect without carrying out an additional electroforming operation.

Развитие современной вычислительной техники связано с разработкой новой быстродействующей и энергоэффективной элементной базы нанoeлектроники, к которой относится резистивная память (RRAM) на основе мемристорных структур. Создание мемристорных структур для элементов RRAM связано с разработкой и исследованием процессов нанолитографии с высоким пространственным разрешением. Анализ существующих литографических методов профилирования поверхности подложки, таких как электронно-лучевой литографии, рентгеновской литографии и ионной литографии, показал, что их применение ограничено. Актуальным решением этой проблемы является использование новых процессов профилирования поверхности подложки на основе зондовой нанолитографии методом локального анодного окисления (ЛАО). Метод ЛАО является одним из перспективных методов, позволяющих формировать оксидные наноразмерные структуры на поверхности различных проводящих и полупроводниковых материалов, которые могут быть использованы при разработке элементной базы нанoeлектроники, а также в микро- и наносистемной технике. Целью работы является формирование и исследование макета элемента резистивной памяти на основе оксидных наноразмерных структур титана, сформированных методом локального анодного окисления.

Для проведения исследований был изготовлен экспериментальный образец макета элемента резистивной памяти из мемристорных структур на основе ОНС титана. Сначала на поверхность структуры Si/SiO₂, методом магнетронного напыления, наносилась тонкая пленка титана толщиной около 20 нм. Затем, на растровом электронном микроскопе Nova NanoLab 600 (FEI, Нидерланды), проводилось формирование топологии нижних контактов методом фокусированных ионных пучков. После этого, с помощью зондовой нанолaborатории Ntegra ("НТ-МДТ", Россия) проводилось ЛАО пленки титана, в результате чего формировались ОНС титана высотой около 5 нм. Для формирования cross-bar массива мемристорных структур проводилась нанолитография и напыление верхних контактных шин из углерода (Рис. 1).

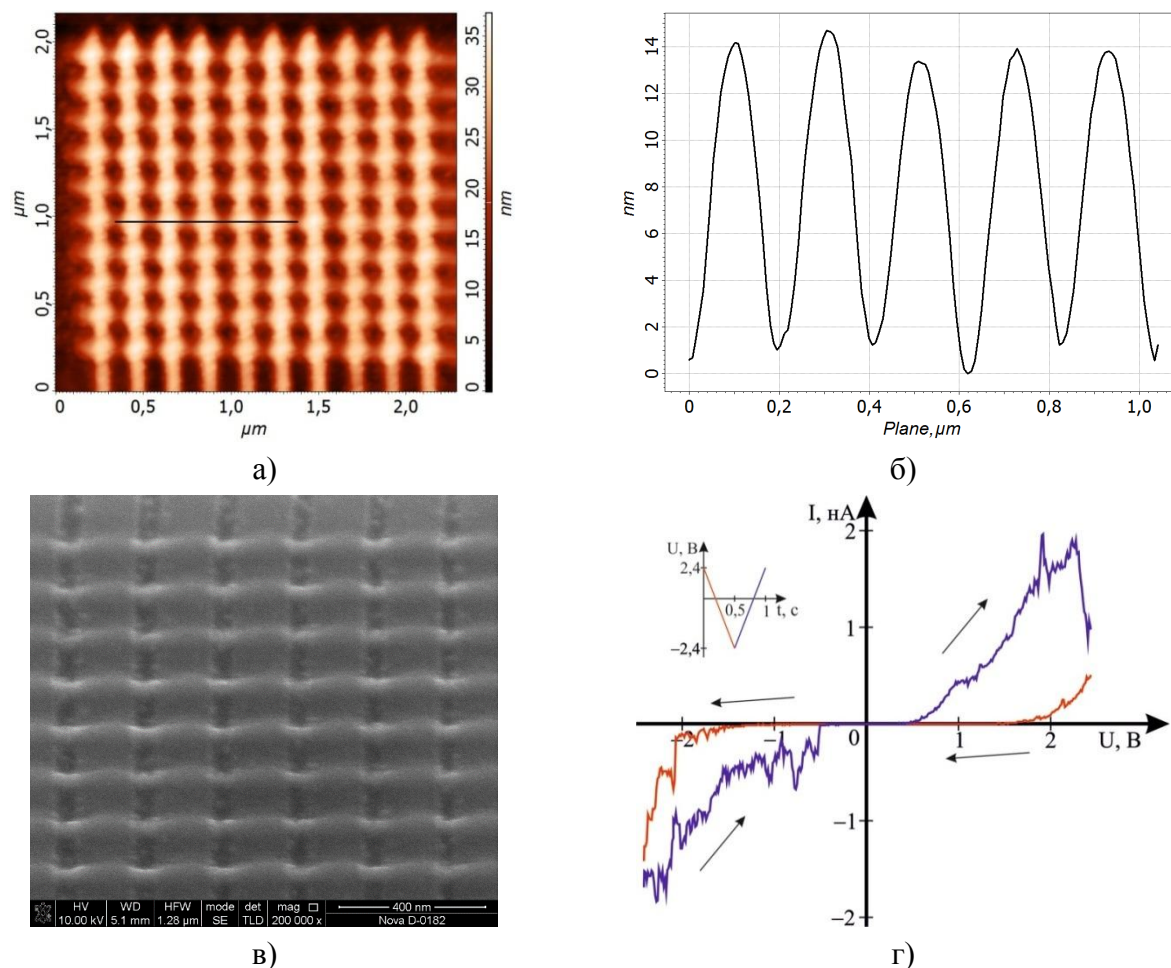


Рисунок 1. Формирование и исследование элемента резистивной памяти на основе мемристорных структур из оксида титана:
 а) – АСМ-изображение;
 б) – профилограмма вдоль линии на (а);
 в) – РЭМ-изображение;
 г) – вольтамперная характеристика мемристорной структуры

Для исследования электрических параметров полученного макета элемента резистивной памяти на основе оксида титана проводилось измерение их вольтамперных характеристик методом АСМ с использованием кремниевого кантилевера марки NSG 10 с проводящим платиновым покрытием. На Рис. 1г представлена ВАХ структуры, анализ которой показал, что при приложении положительного напряжения 2,4 В, ОНС титана переключалась в состояние с сопротивлением 15 ГОм (высокоомное состояние), а при приложении отрицательного напряжения 10 В пленка переключалась в состояние с сопротивлением 0,5 МОм (низкоомное состояние).

Также, анализ ВАХ макета элемента резистивной памяти показал, что оксидные наноразмерные структуры титана, сформированные методом локального анодного окисления, проявляют мемристорный эффект без проведения дополнительной операции электроформовки.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технологических процессов формирования элементов резистивной памяти на основе оксидных наноразмерных структур титана.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 16-32-00069 мол_а, № 16-29-14023 офи_м).