

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕМРИСТИВНЫХ СТРУКТУР В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Федоров Д.Д.¹, Петренёв И.А.¹, Вохминцев А.С.¹, Вайнштейн И.А.^{1,2}

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: d.d.fedorov@urfu.ru

VIRTUAL INSTRUMENT DEVELOPMENT FOR STUDYING MEMRISTIVE STRUCTURES IN THE PULSE MODE

Fedorov D.D.¹, Petrenyov I.A.¹, Vokhmintsev A.S.¹, Weinstein I.A.^{1,2}

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) Institute of Metallurgy of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, Russia

A virtual instrument for registration of resistive switching for memristive structure based on titanium dioxide was developed and tested. It was possible to adjust the exact series of pulses with a duration of 100 μ s. As a result, a consistent change in the resistance of the memristor was obtained.

В настоящее время активно изучаются мемристивные структуры ввиду множества их потенциальных применений в качестве, например, ячеек энергонезависимой памяти [1], логических элементов [2] или синапсов в искусственных нейронных сетях [3]. В этой связи возникает необходимость в проектировании и использовании автоматизированных системах сбора и обработки большого массива данных при исследовании эффектов резистивного переключения в создаваемых мемристивных структурах [4]. Поэтому цель данной работы заключается в разработке и апробации виртуального прибора (ВП) в среде LabVIEW для автоматизации процессов исследования мемристивных структур при многократном импульсном воздействии.

Виртуальный прибор выполнен на базе измерительного комплекса, который включает в себя микрозондовую станцию Cascade Microtech MPS 150 и модульные приборы производства «National Instruments»: генератор и измеритель тока и напряжения (SMU) PXIe-4143, а также программируемый осциллограф PXI-5124.

Блок-схема работы разработанного ВП «Pulse Switching» приведена на рис. 1. Блок инициализации активирует используемые модульные приборы. Блок входных данных управляется оператором – вводятся величины амплитуд импульсов записи и чтения, длительность импульсов, а также ограничение по току (от 10 мкА до 150 мА). После ввода входных данных активируется блок генерации последовательности импульсов, состоящей из импульсов записи и импульсов чтения. Сгенерированная последовательность подается на

исследуемый образец. С помощью осциллографа производится измерение падения напряжения на структуре, а сила тока измеряется непосредственно источником сигнала. Далее измеренные значения величин тока I и напряжения U попадают в блок обработки данных, где на их основе вычисляются значения сопротивления R и проводимости G для каждого цикла работы. Полученные величины выводятся на лицевую панель в удобном для пользователя виде и записываются в текстовый файл в блоке записи данных. Таким образом, результатом работы ВП «Pulse Switching» является набор данных, характеризующий изменение проводимости исследуемой структуры с каждым последующим циклом.

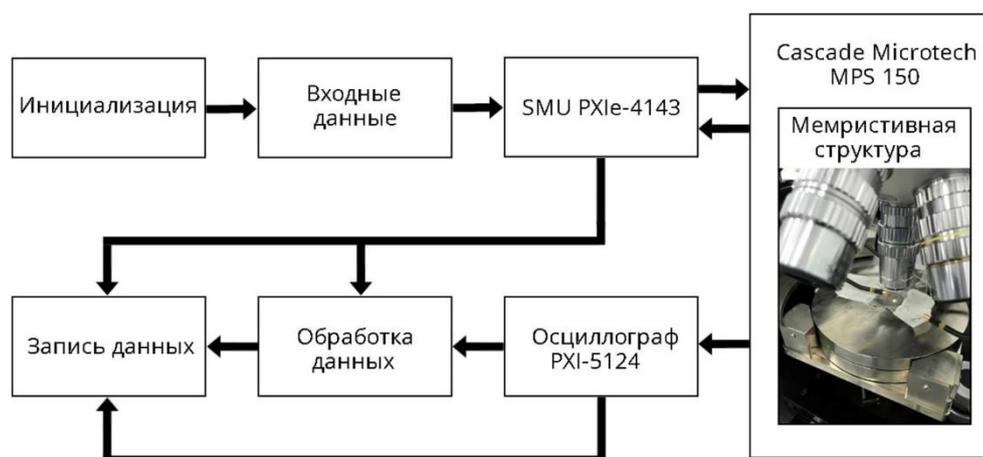


Рис. 1. Блок-схема измерительного комплекса по исследованию мемристивных структур

Проведена апробация разработанного ВП на исследованной ранее мемристорной сэндвич-структуре на основе массива нанотрубкулярного TiO_2 толщиной 200 нм [5]. Подобраны оптимальные параметры воздействующего сигнала для контролируемого изменения сопротивления образца импульсами записи и высокоточного измерения параметров структуры импульсами чтения. Так, при подаче 1000 одинаковых импульсов записи амплитудой 1 В и длительностью 200 мкс зафиксировано последовательное уменьшение сопротивления от 100 до 50 Ом.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".

1. A.S. Vokhmintsev, I.A. Petrenyov, R.V. Kamalov, I.A. Weinstein, Nanotechnology, 33, 075208 (2022).
2. T. Ibrayev, I. Fedorova, A. Maan, A. James, Circuits and Systems, 5, 265 (2014).

3. E. Covi, S. Brivio, A. Serb, T. Prodromakis, M. Fanciulli, S. Spiga, *Frontiers in Neuroscience*, 10, 482 (2016).
4. A.O. Gryaznov, I.B. Dorosheva, A.S. Vokhmintsev, R.V. Kamalov, I.A. Weinstein, *Proceedings of 2016 SIBCON*, 1 (2016).
5. I.B. Dorosheva, A.S. Vokhmintsev, R.V. Kamalov, A.O. Gryaznov, I.A. Weinstein, *Proceedings of 2018 USBEREIT*, 279 (2018).