

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАМЯТИ  
Au-Al<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-SnTe-Au

Е.Ф. Троян<sup>1</sup>, А.Г. Смирнов<sup>1</sup>, А.А. Степанов<sup>1</sup>, С.Ю. Харьков<sup>1</sup>,  
Е.Ю. Королева<sup>2</sup>, А.В. Филимонов<sup>3</sup>, А.В. Колобов<sup>4</sup>, А.А. Кононов<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>ФТИ им. А.Ф.Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup>СПбПУ Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Российский педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: [troeyfe@gmail.com](mailto:troeyfe@gmail.com).

Ранее нами было установлено, что эффект порогового переключения в пленках теллура (Te) с примесями алюминия (Al) и кислорода (O<sub>2</sub>) обусловлен процессами электромиграции ионов примесей (Al<sup>+</sup>, O<sup>-</sup>) под действием внешнего электрического поля с образованием либо на поверхности Te, либо на границе раздела Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Te метастабильных высокопроводящих полуметаллических кластеров 2D-дихалькогенидов AlTe<sub>2</sub> с метавалентными направленными связями (bond alignment) [1]. Такие дихалькогениды в природе сами по себе существовать не могут. Но как мы установили, данные метастабильные кластеры 2D-дихалькогенидов AlTe<sub>2</sub> можно удерживать в стабильном высокопроводящем состоянии либо под действием внешнего напряжения U<sub>удер.</sub>, либо индуцированным внутренним полем U<sub>инд.</sub> пленок сегнетоэлектриков SnTe или GeTe. Нами был изготовлен и исследован стабильно работающий тонкопленочный энергонезависимый элемент памяти со структурой Au-Al<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-SnTe-Au [2]. Если электрические параметры данного элемента памяти изучены достаточно подробно, то их диэлектрические свойства представляют определенный практический интерес.

Частотные зависимости коэффициента диэлектрических потерь  $\epsilon''$  были получены как для высокоомного (OFF-state), так и для низкоомного (ON-state) состояний элемента памяти с помощью широкополосного спектрометра Nanoscontrol BDS-80 (рис.1, а и 1, б, соответственно). Из рис.1а видно, что для OFF-state на частотной зависимости коэффициента диэлектрических потерь  $\epsilon''$  наблюдается один низкочастотный интенсивный максимум при  $f = 600$  Гц, характерный для ярко выраженной дипольной поляризации [3]. Для ON-state (рис.1б) наблюдаются два слабовыраженных пика на частотах  $f_1 = 200$  Гц и  $f_2 = 1800$  Гц, связанных с «тяжелыми» (SnTe<sub>2</sub>) и «легкими» (AlTe<sub>2</sub>) октаэдрическими фрагментами, соответственно. Эти фрагменты образуются на границе раздела пленок Al<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-SnTe в результате электромиграционных мемристорных процессов. В данных фрагментах ассиметричные направленные связи обуславливают наличие дипольной поляризации [3], так как относительное смещение атомов переходных металлов и атомов теллура под действием внешнего напряжения U лежат в основе, так называемой, вне плоскостной поляризации, наблюдаемой в таких полиморфах, как 1T, 1T' и Td 2D-дихалькогенидов [4]. Мы полагаем, что направление векторов поляризации двух разных фрагментов взаимно компенсируют друг друга. Кроме того, направление вектора поляризации тяжелого октаэдрического фрагмента SnTe<sub>2</sub> удерживает в стабильном высокопроводящем состоянии легкий октаэдрический фрагмент AlTe<sub>2</sub>, что и обеспечивает эффект энергонезависимой памяти [2].

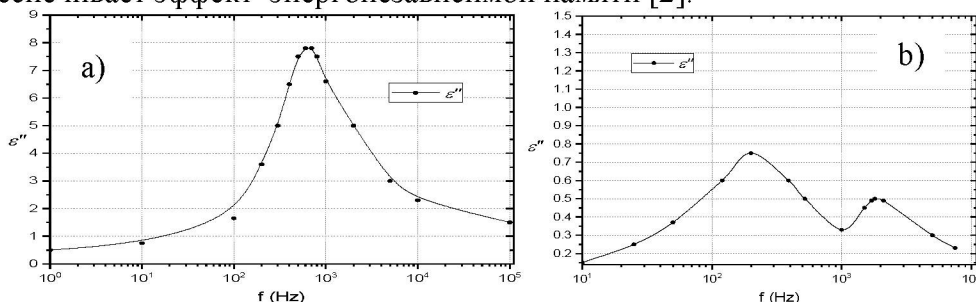


Рис. 1. Частотная зависимость коэффициента диэлектрических потерь  $\epsilon''$  (а) OFF-State, (б) ON-State

1. Колосницын Б.С., Троян Е.Ф. // Доклады БГУИР, № 2, с.104, 2017.
2. Е.Троян, и др. // Известия КБГУ, г. Нальчик, Россия, с. 11-14, 2024г.

3. A.A. Kononov et al.// J. Mater. Sci: Mater. Electron, v.32, pp.14072-14078, 2021.
4. Xue Li et al., // Academia Nano: Science, Materials, Technology, v.2, pp.1-9, 2025.