

МНОГОФОНОННАЯ И ТУННЕЛЬНАЯ ИОНИЗАЦИЯ ЛОВУШЕЧНЫХ СОСТОЯНИЙ В ОКСИДЕ ГАФНИЯ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПРОБОЕ

Д.А. Подрябинкин

Актуальность разработки элементов резистивной памяти в настоящее время весьма высока. Несмотря на существенный прогресс в этом направлении, остаются еще нерешенные проблемы, связанные с пониманием особенностей механизмов локализации и ионизации носителей заряда, их переноса в филаментах, сформированных при обратимом электрическом пробое, влиянием спиновой поляризации электронов и электрон-фононных взаимодействий. В работе представлены результаты моделирования процессов ионизации ловушечных состояний в оксиде гафния в составе элемента резистивной памяти. С помощью модели [1], модифицированной в [2], проведены расчеты туннельной и многофононной туннельной ионизации заряженных и нейтральных центров. Для туннельной ионизации с учетом многофононных переходов расчеты показали, что возникают неустойчивости в распределении электрического поля в филаментах в области внешних смещений 0,2–0,6 В. Стабильное состояние наблюдается при внешнем смещении 0,6 В и более, при этом плотность тока уменьшается с увеличением внешнего смещения. Это связано с нелинейным изменением вероятности ионизации с увеличением напряженности поля. Ее величина возрастает при напряженности поля менее $6 \cdot 10^7$ В/м, а затем уменьшается. Показано, что устойчивое состояние токопереноса через филаменты оксида гафния с ловушечными состояниями наблюдается для механизма Пула-Френкеля многофононной ионизации и туннельного механизма ионизации. В случае многофононных переходов с туннелированием электронов и нейтральными ловушками возникают неустойчивости в распределении напряженности электрического поля, а также токопереноса, что может быть использовано для управления свойствами элементом резистивной памяти на основе оксидов переходных металлов.

Литература

1. A.L. Danilyuk [et al.] // *Physica Status Solidi*, ser A. 2013. Vol. 210, No. 2. P. 361–366.
2. Trafimenko A.G., Danilyuk A.L. // *Materials Physics and Mechanics*. 2018. Vol. 39, P. 75–80.