

## Определение параметров энергетического спектра локализованных состояний сэндвич-структуры $\text{Al-Pb}_3\text{O}_4\text{-Al}^*$

Г.И. Грабко<sup>1</sup>, М.С. Басс<sup>1</sup>, С.Г. Батухтин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия

На основании релаксационных кривых темнового тока сэндвич-структур  $\text{Al-Pb}_3\text{O}_4\text{-Al}$ , перестроенных в координатах  $I_t\text{-}I_{gt}$ , с последующим применением теоретического метода  $I_t = f(I_{gt})$  характеристик были рассчитаны значения параметров, определяющих особенности энергетического спектра ловушек, влияющих на поляризационный процесс, происходящий в исследуемых составах под воздействием электрического поля и температуры.

**Ключевые слова:** тетраоксид свинца, метод  $I_t = f(I_{gt})$  характеристик, энергетический спектр локализованных центров, частота попыток выхода электронов из ловушек, энергия дискретного уровня, плотность энергетических состояний.

### Введение

Составы на основе халькогенидов [1–4] и оксидов [5–10] элементов IV группы PbS, SnSe, SnTe, PbTe, PbO,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  находят применение в различных сегментах современной электроники: при производстве инжекционных лазеров, инфракрасных датчиков, ячеек фазовой памяти, фоторезисторов, радиационных стекол и т.д. [8, 11–13]. Одновременно с этим продолжают исследования, позволяющие расширять область практического использования данных соединений, в частности при изготовлении фотоприемников, работающих в дальнем ИК-диапазоне [14–22]. Формирование сенсорных слоев последних сопровождается образованием сложной многофазной структуры, включающей оксидную фазу Pb–O, оказывающую значительное влияние на качество, в том числе на быстродействие обсуждаемых приборов. Это обуславливает необходимость всестороннего изучения физических свойств составов системы Pb–O, в частности  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ , который является модельным объектом для исследования окислов свинца [8–10].

В ходе последних работ [23–26] было установлено существование сложного спектра локализованных состояний (который состоит как из распределенных, так и из дискретных уровней), связанных с различными нарушениями внутренней структуры поликристаллических слоев ортоплюмбата. Интерпретация экспериментальных данных в [26] осуществлялась методом  $I_t = f(I_{gt})$  характеристик [27]. При этом была произведена только качественная оценка обсуждаемых результатов, что не позволяет обеспечить полноту анализа особенностей энергетического спектра локализованных состояний композитных составов на основе поликристаллического  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ .

В связи с этим, цель работы – продолжение исследований в этом направлении, позволяющих осуществить количественное определение параметров данного энергетического спектра.

### Методика и техника эксперимента

Толщина экспериментальных слоев поликристаллического  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  со связующим, наносимых на алюминиевую подложку, составляла 50 мкм. Верхний электрод – металлическая пластинка – фиксировался прижимным контактом. Специализированная ячейка, где находились образцы, имела конструкцию, которая обеспечивала как подводку к исследуемым слоям электрического напряжения ( $E = 10^2\text{--}10^4$  В/см), воздействие температурой (посредством вмонтированной электропечи; диапазон температур составил  $T = 300\text{--}350$  К), измеряемой термопарой, так и возможность фиксирования отклика изучаемой сэндвич-структуры  $\text{Al-Pb}_3\text{O}_4\text{-Al}$  [24].

### Обсуждение экспериментальных результатов

Экспериментальные данные, представленные на рис. 1, свидетельствуют об эффекте насыщения поляризационного процесса с ростом температуры и величины прикладываемого электрического поля. Особенно отчетливо это видно при сравнении максимальных значений тока  $I_{\text{max}}$  в об-

\* Исследование выполнено за счет государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 123102000012-2, соглашение № 075-03-2023-028/1 от 05.10.2023 г.).