

ЭФФЕКТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В ПЛЕНКАХ $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$

А.Ш.АБДИНОВ, Н.М.МЕХТИЕВ, Р.Ф.МЕХТИЕВ, Г.И.ГАРИБОВ, В.Г.САФАРОВ,
Г.М.МАМЕДОВ, С.Н.САРМАСОВ, Р.М.РЗАЕВ, С.И.АМИРОВА, В.У.МАМЕДОВ

Бакинский Государственный Университет,
ул. З.Халилова 23, 370148, Баку, Азербайджан
Тел: 99(412)-39-73-73; E-mail: mhhuseyng@yahoo.co.uk

İşdə $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ nazik təbəqələrində müşahidə olunan yaddaşlı bistabil aşırma effektinin parametrlərinə nazik təbəqələrin faizlə tərkibinin dəyişməsinin, termik emal rejiminin, temperaturun və işıq intensivliyinin təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ nazik təbəqələrində yaddaşlı aşırma effekti əvvəlcədən elektronlarla dolmuş dərin tutma mərkəzlərinin kollektiv tunel boşalmaları ilə əlaqədardır.

В работе изучено влияние изменений процентного состава, режима термической обработки, температуры и света на параметры эффекта бистабильного переключения с памятью в пленках $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$. Показано, что эффект переключения с памятью в пленках $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ обусловлен коллективным туннельным пробоем глубоких уровней захвата, которые предварительно заполнены электронами.

In this paper effect of percent composition variation, heat treatment regime, temperature and light intensity on the parameters of bi-stable switching phenomenon with memory in films of $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ have been investigated. It is established that switching phenomenon with memory in films of $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ is due to the collective tunnel breakdown of deep levels of capture, which preliminarily filling with electrons.

Изучение электрических, фотоэлектрических и оптических свойств пленок $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ показали, что они являются перспективными объектами для электроники твердых тел, а также уникальными материалами твердотельной электроники и солнечной энергетики [1-3]. Проведенные к настоящему времени исследования оправдывают эту версию и делают актуальным получение методом электрохимического осаждения тонких пленок $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$, а также создание на их основе различных тонкопленочных структур и исследование их электронных свойств. В настоящей работе изучены влияния изменения процентного состава, режима термической обработки, температуры и света на параметры эффекта бистабильного переключения с памятью в пленках $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ полученных методом электрохимического осаждения из водного раствора [4].

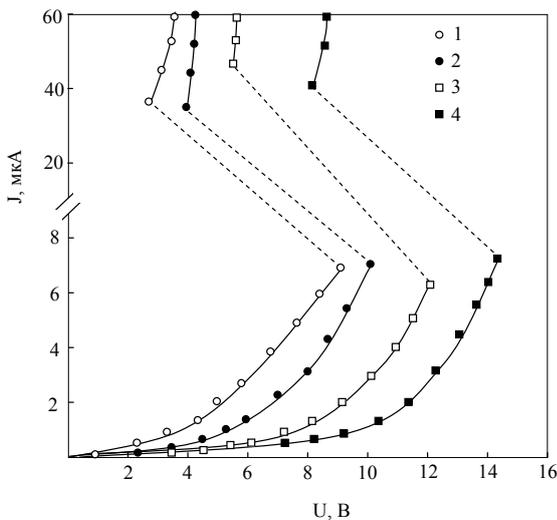


Рис. 1. Темновая ВАХ пленок $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ при различных процентных составах.

x: 1 – 0.3; 2 – 0.4; 3 – 0.5; y: 1 – 0.2; 2 – 0.3; 3 – 0.4;
T = 77 K, $d_{\text{обр}} = 2 \div 3$ мм

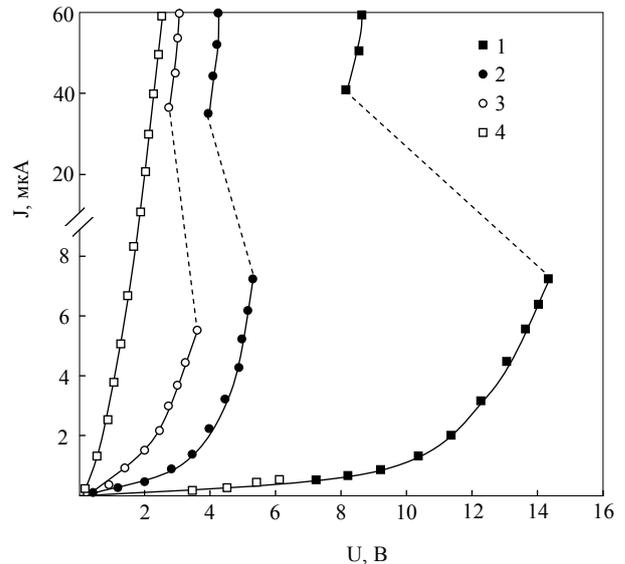


Рис. 2. Темновая (1) и световые (2-4) ВАХ пленок $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ при различных интенсивностях светового потока.

x = 0.5; y = 0.4 Ф, Лк: 1 – 0; 2 – 100; 3 – 150; 4 – 200
T = 77 K $\lambda = 0,470$ мкм

Установлено, что в пленках $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ с $x = 0.3 - 0.5$; $y = 0.2 - 0.4$, в области, где ВАХ подчиняется степенному закону при определенном значении приложенного напряжения ($U_{\text{пер}}$) наблюдается быстродействующий (бистабильный) эффект переключения – быстрый (за $\tau \leq 10^{-7}$ с) переход из низкопроводящего (НП) в высокопроводящее (ВП) состояние (рис.1). Наблюдаемый при этом эффект переключения имеет запоминающий характер – ВП состояние образца длительное время сохраняется при выключении внешнего напряжения. Установлено, что для экстренного возвращения в исходное состояние – переключения структуры из состояния ВП в состояние НП (стирание памяти) необходимо прикладывать к

образцу кратковременный (с длительностью $\tau \leq 1$ с) электрический импульс с амплитудой больше, чем $U_{пер}$.

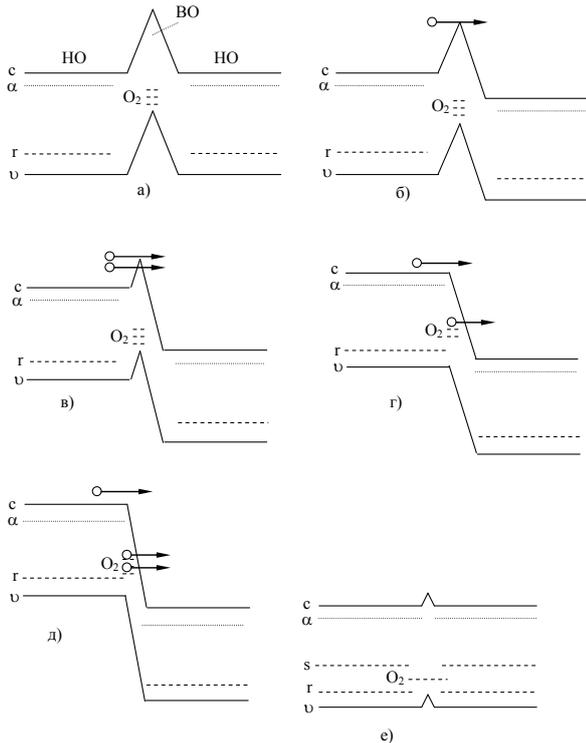


Рис.3. Диаграмма энергетических зон поликристаллических пленок $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ до (а-д) и после (е) термообработки в равновесном состоянии (а и е) и при воздействии внешнего напряжения различного значения (б-д).

Установлено, что при освещении светом из области фундаментального поглощения, форма ВАХ изучаемых пленок сохраняется, но, не смотря на это, значение напряжения переключения, оказывается зависимым от интенсивности падающего на образец светового потока. Так, с увеличением интенсивности света значение $U_{пер}$ значительно уменьшается до 3 – 5 В, и при $\Phi \geq 200$ Лк эффект переключения в исследуемых пленках исчезает. При этом световая ВАХ становится почти линейной (рис. 2).

Напряжение переключения при прочих одинаковых условиях с ростом значений x и y в интервале $0,2 \div 0,5$ увеличивается, а с повышением температуры – уменьшается. При 300 К эффект не наблюдается.

На основе анализа полученных экспериментальных результатов, в рамках изображенной на рис.3 энергетической модели пленок $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$, можно

сказать, что в изучаемых пленках наиболее вероятным является следующий механизм переключения. В нелинейной области ВАХ с ростом приложенного напряжения во-первых, происходит постепенное заполнение локализованных в ВО частях образца глубоких ловушек (уровни захвата), попавшими в междолинную область пленок электронами путем туннелирования через барьер, во-вторых, происходит смещение дна зоны проводимости соседних кристаллитов. Вследствие сочетания этих двух процессов, наконец, при $U=U_{пер}$ за счет коллективного туннельного пробоя (опустошения) заполненных уровней захвата (связанных молекулами кислорода), концентрация свободных носителей тока (электронов) в микрокристаллитах резко возрастает, соответственно скачком увеличивается ток через образец - происходит быстрый ($\tau < 10^{-7}$ с) эффект переключения. Обнаруженная при этом зависимость напряжения переключения ($U_{пер}$) от интенсивности падающего на образец света может объясняться следующим образом. В общем случае приложения к образцу внешнего напряжения распределяется между кристаллитами (U_k) и барьерами (U_b) на их границе, хотя основную роль в эффекте переключения играет напряжения, падающие на барьерах. В темноте тоже $U_k < U_b$, но пренебречь U_k никак нельзя. При освещении из-за значительного уменьшения сопротивления кристаллитов почти все приложенное напряжение падает лишь на междолинных областях. Поэтому, значение приложенного напряжения, необходимого для обеспечения напряженности поля, при которой происходит эффект переключения ($U_{пер}$), значительно уменьшается в сравнении с

$U_{пер}^0$ (имеющегося место в темноте). Более яркое проявление эффекта переключения лишь в нетермообработанных пленках $n\text{-Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ (непосредственно после осаждения) с $x=0,4 \div 0,5$; $y=0,3 \div 0,4$ и ослабление его с ростом дозы ТО свидетельствуют в пользу достоверности предложенного объяснения.

Что касается запоминающего характера обнаруженного эффекта переключения и возможности стирания памяти кратковременным электрическим импульсом с амплитудой $U > U_{пер}$, то скорее всего они обусловлены с образованием высокопроводящего тонкого канала между контактами при переключении и разрушением его при стирании памяти, соответственно.

[1]. A.Abdinov, H.Mamedov, S.Amirova // Japanese Journal of applied physics, 46, 7359 (2007).
 [2]. A.Abdinov, H.Mamedov and S.Amirova // Thin Solid Films, 511-512, 140 (2006).
 [3]. A.Abdinov, H.Mamedov, G.Garibov, S.Amirova,

N.Ragimova // Optoelectronics and advanced materials- rapid communications, 1, 480 (2007).
 [4]. А.Ш.Абдинов, Г.М.Мамедов, С.И.Амирова. // Известия НАНА, 25, 88 (2005).