

УДК 661.888.1: (543.428.3+538.915)

DOI: 10.17223/00213411/62/12/114

Н.А. СЕМЕНЮК¹, Ю.В. КУЗНЕЦОВА², Вад.И. СУРИКОВ¹, Вал.И. СУРИКОВ¹,
К.Н. ПОЛЕЩЕНКО³, С.В. ДАНИЛОВ¹, В.А. ЕГОРОВА¹

АНАЛИЗ ДИОКСИДА ВАНАДИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗОМ, МЕТОДОМ РФЭС

Поверхностно-чувствительным методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) анализируются элементный и химический состав соединения $V_{0.93}Fe_{0.07}O_2$ до и после термоциклирования. Анализ спектров РФЭС показывает, что изменения химического состояния и электронной структуры $V_{0.93}Fe_{0.07}O_2$ в результате термоциклирования протекают в тонком поверхностном слое гранул порошка. Состав и электронная структура более глубоких от поверхности слоев при этом остаются практически неизменными.

Ключевые слова: диоксид ванадия, термоциклирование, основные уровни, электронная структура.

Введение

Диоксид ванадия и материалы на его основе испытывают фазовый переход полупроводник – металл (ФППМ) при его нагревании [1], не изменяя агрегатного состояния. Фазовый переход для материалов данной структуры осуществляется при температуре $\sim 67^\circ\text{C}$, при этом наблюдается резкое скачкообразное изменение структурных, теплофизических, магнитных, электрических и оптических свойств материалов, что находит широкое применение на практике [2, 3] в устройствах терморегуляции: термореле, терморезисторы, датчики температуры, термостабилизаторы, термохромные стекла и др.

Большой вклад по изучению ФППМ и свойств диоксида ванадия внесли Д. Адлер, Н.Ф. Брукс, О.Е. Квашенкина, Н.Ф. Мотт, Р. Пайерлс, J.C. Hubbard, Е.Б. Шадрин и др. В настоящее время исследуется влияние условий синтеза на свойства VO_2 [4–7]. В зарубежных работах активно исследуются термохромные свойства материалов на основе диоксида ванадия [3, 8]. В работе [3] показана возможность использования метода РФЭС для определения стехиометрии пленок на основе диоксида ванадия.

Основной проблемой при использовании диоксида ванадия является уменьшение изменения электрических свойств диоксида ванадия [3, 9], а также то, что на воздухе VO_2 метастабилен и окисляется до пятиоксида ванадия [9]. С целью стабилизации свойств диоксида ванадия его легируют чаще всего железом. В работе [10] установлено, что при термоциклировании происходит механическое разрушение материалов на основе диоксида ванадия, связанное с изменением объема элементарной ячейки при фазовом переходе полупроводник – металл. Ранее в [11] сообщалось, что при термоциклировании материалов $V_{1-x}Fe_xO_2$ изменяется также соотношение элементного состава в сторону уменьшения содержания кислорода. При нагреве материала атомы кристаллической решетки получают дополнительную энергию, атомарный кислород с незначительной энергией связи ($\sim 10^{-22}$ Дж) диффундирует на поверхность. Цель данной работы – исследование области материала, претерпевающей изменение элементного состава.

Методы исследования

Материал $V_{0.93}Fe_{0.07}O_2$ для исследований готовился методом твердофазного спекания необходимых количеств V_2O_5 , V_2O_3 и Fe_2O_3 при соответствующем температурном режиме в вакуированной кварцевой ампуле в три этапа при температурах 900, 1000 и 1400 К [11]. Приготовленный для исследований материал представлял собой мелкодисперсный поликристаллический порошок черного цвета.

Аттестация материала осуществлялась рентгеноструктурными методами на дифрактометре Shimadzu XRD-7000. Рентгеновский фазовый анализ подтвердил, что полученный материал является однофазным.

Термоциклирование (ТЦ) материала проводилось в герметически закрытой капсуле в муфельной печи WiseTherm FHP-05, образец подвергался последовательно 30 термоциклам. При каждом термоцикле образец нагревался до ~ 370 К и охлаждался до ~ 310 К, парциальное давление кислорода поддерживалось равным атмосферному давлению.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>