

**Неаддитивное влияние паров воды и освещения
на проводимость пленки диоксида олова при комнатной температуре**

В. В. Симаков, И. В. Синёв, С. Б. Вениг

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени
Н.Г. Чернышевского

Россия, 410012 Саратов, ул. Астраханская, 83

E-mail: viatcheslav.simakov@gmail.com, SinevIV@info.sgu.ru, sergey.venig@gmail.com

Автор для переписки Синёв Илья Владимирович, SinevIV@info.sgu.ru

Поступила в редакцию 25.04.2018; принята к публикации 29.10.2018

Тема и цель исследования. В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния паров воды и интенсивности освещения светодиодом на проводимость тонкой пленки диоксида олова при комнатной температуре. Известно, что использование освещения активных слоев сенсоров позволяет снизить их рабочую температуру, что расширяет область применения сенсоров и мультисенсорных систем на их основе. Целью работы является исследование совместного влияния освещения и воздействия паров воды на проводимость пленок диоксида олова. **Методы и материалы.** Изучалась газочувствительность сенсоров на основе тонких пленок диоксида олова, сформированных ВЧ магнетронным методом распыления стехиометрической мишени SnO₂. Сенсор представлял собой прямоугольную пластину поликора, на которой были сформированы параллельные контакты из нержавеющей стали. Длина контактов 10 мм, зазор между контактами 50 мкм. Толщина активного слоя составляла 0.8 мкм. Газовые пробы, содержащие пары воды, составлялись путем барботирования деионизированной воды потоком синтетического воздуха. Содержание паров воды в газовой пробе определялось соотношением потоков паровоздушной смеси и синтетического воздуха. **Результаты.** Впервые показано, что при низких уровнях освещения проводимость тонкой пленки диоксида олова при напуске газовых проб увеличивается, а при высоких уровнях освещения – уменьшается. Выполнен численный расчет концентрационных и люксамперных характеристик газочувствительных структур. **Обсуждение.** Результаты проведенных расчетов по предложенной модели показали, что увеличение или уменьшение проводимости образцов при напуске детектируемого газа определяется положением уровня Ферми в зерне поликристаллического образца до напуска анализируемого газа, которое может контролироваться интенсивностью освещения. **Заключение.** Полученные результаты могут быть использованы при создании мультисенсорных систем на основе полупроводниковых слоев для детектирования и распознавания примесей газов в окружающей атмосфере.

Ключевые слова: диоксид олова, газочувствительность, фоточувствительность, неаддитивность влияния внешних воздействий.

Образец цитирования: Симаков В.В., Синёв И.В., Вениг С.Б. Неаддитивное влияние паров воды и освещения на проводимость пленки диоксида олова при комнатной температуре // Изв. вузов. ПНД. 2018. Т. 26, No 6. С. –48-58.

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-6-48-58>

Финансовая поддержка. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект No 16-07-00821.

Non-additive influence of water vapor and lighting on the conductivity of tin dioxide film at room temperature

V. V. Simakov, I. V. Sinev, S. B. Venig

Saratov State University

83, Astrakhanskaya, 410012 Saratov, Russia

E-mail: viatcheslav.simakov@gmail.com, SinevIV@info.sgu.ru, sergey.venig@gmail.com

Correspondence should be addressed to Sinev I.V., SinevIV@info.sgu.ru

Received 25.04.2018; accepted for publication 29.10.2018

Subject and purpose of the study. The paper presents the results of experimental studies of the effect of water vapor and light intensity on the conductivity of a thin film of tin dioxide at room temperature. It is known that the use of illumination of active layers of sensors allows to reduce their operating temperature, which expands the application field of sensors and multisensor systems based on them. The aim of the paper is to investigate the joint influence of lighting and the effect of water vapor on the conductivity of tin dioxide films.

Methods and materials. The sensitivity of gas sensors based on thin films of tin dioxide formed by a high-frequency magnetron method of sputtering a stoichiometric target SnO₂ was studied. The sensor was a rectangular alumina plate, on which parallel stainless steel contacts were formed. The length of the contacts is 10 mm, the gap between the contacts is 50 μm. The thickness of the active layer was 0.8 μm. Gas samples containing water vapor were prepared at the bubbler by bubbling of deionized water in stream of synthetic air.

Content of water vapor in the gas sample was determined by the ratio in the stream of steam-air mixture and synthetic air. **Results.** It is shown for the first time that, at low illumination levels, the conductivity of a thin film of tin dioxide when gas samples are launched increases, and at high illumination levels, the conductivity decreases. A numerical calculation of the concentration and luxampere characteristics of gas sensitive structures is performed. **Discussion.** Results of calculations on the basis of proposed model showed that the increase or decrease in the conductivity of samples at a presence of test gas is determined by initial position of the Fermi level in the grain of a polycrystalline sample, which can be controlled by intensity of illumination. **Conclusion.** Results obtained can be used to create multisensor systems based on semiconductor layers for detection and recognition of gas impurities in the ambient atmosphere.

Key words: tin dioxide, gas sensitivity, photosensitivity, nonadditivity of external influences.

Reference: Simakov V.V., Sinev I.V., Venig S.B. Non-additive influence of water vapor and lighting on the conductivity of tin dioxide film at room temperature. Izvestiya VUZ, Applied

Nonlinear Dynamics, 2018, vol. 26, no. 6, pp. –48-58.

<https://doi.org/10.18500/0869-6632-2018-26-6-48-58>

Acknowledgements. Reported study was funded by RFBR, research project 16-07-00821.