

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Ильина Александра Сергеевича, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников» на тему: **«Влияние освещения и поверхностного покрытия нанокристаллов на электронные процессы в нанокристаллическом оксиде индия»**

В настоящее время газовые сенсоры резистивного типа на основе оксидов металлов (например,  $\text{SnO}_2$ ) широко применяются в системах контроля и мониторинга газового состава. Недостатком резистивных сенсоров является то, что для обеспечения их работы чувствительный элемент сенсора должен быть нагрет до высокой температуры (400...800°C). Это приводит к сравнительно большому энергопотреблению сенсора и невозможности его использования для контроля взрывоопасных и горючих газов. Поэтому снижение рабочей температуры чувствительного элемента для повышения его энергоэффективности и расширения сферы применения является актуальной научно-технической задачей. Одним из материалов, перспективных для использования в составе энергоэффективного (без разогрева) чувствительного элемента резистивных газовых сенсоров, может стать полупроводниковый нанокристаллический оксид индия ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ).

Цель диссертационной работы заключается в установлении механизмов, определяющих фотоэлектрические свойства нанокристаллического  $\text{In}_2\text{O}_3$  при взаимодействии с газами-окислителями и газами-восстановителями, а также подборе оптимальных параметров использования нанокристаллического  $\text{In}_2\text{O}_3$  в газовых сенсорах, работающих при комнатной температуре в условиях подсветки.

В работе проведены комплексные исследования влияния газ-восстановителей и газ-окислителей на стационарную и нестационарную фотопроводимость нанокристаллического  $\text{In}_2\text{O}_3$  с различным размером нанокристаллов, а также модифицированного нанокристаллического  $\text{In}_2\text{O}_3$  при разных режимах и спектральных характеристиках освещения.

Новизна работы заключается в установлении закономерностей влияния на темновую проводимость и фотопроводимость нанокристаллического  $\text{In}_2\text{O}_3$  адсорбированных газов в нормальных условиях.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в использовании нанокристаллического полупроводникового  $\text{In}_2\text{O}_3$  для создания резистивных газовых сенсоров, работающих при комнатной температуре. При этом разогрев датчика потребует только для десорбции исследуемых газов.


Что касается текста автореферата, то он написан технически грамотно и сопровождается иллюстративным материалом, что улучшает восприятие результатов работы.

В качестве замечания хочу отметить не совсем очевидное, на мой взгляд, утверждение на стр. 15 автореферата о том, что нелинейность вольт-амперной характеристики (рис. 3) при изменении напряжения, подаваемого на резистивный полупроводящий слой, объясняется перезарядкой поверхностных дефектов, которая происходит за счет изменения изгиба зон и приводит к изменению количества адсорбированных молекул диоксида азота. Скорее всего, нелинейность ВАХ связана с саморазогревом резистивного полупроводящего слоя оксида индия токами сквозной проводимости при увеличении «питающего» напряжения. Разогрев активного слоя, в свою очередь, может привести к десорбции молекул диоксида азота.

Однако отмеченное замечание никоим образом не снижает общего уровня диссертационной работы и не ставит под сомнение большой объем проведенных непосредственно автором экспериментальных исследований, который в конечном итоге позволил получить значимые научные и практические выводы.

В целом рецензируемая диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 «Физика полупроводников», а соискатель Ильин А.С. заслуживает присвоения ему искомой ученой степени.

кандидат технических наук (01.04.10 «Физика полупроводников»), ведущий научный сотрудник, доцент кафедры микро- и наноэлектроники федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет»

  
Вишняков Николай Владимирович  
(4912)46-02-99, [rcpm@rsreu](mailto:rcpm@rsreu), 390005 Россия, Рязань, ул. Гагарина 59,1

Подпись Вишнякова Николая Владимировича, заверяю:

Ученый секретарь Совета РГРТУ



  
В.Н. Пржегорлинский

«28» мая 2018 г.