

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**ОТЖИГ ПЛЁНОК ОКСИДА ОЛОВА В ИНЕРТНОЙ И
ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 4091 группы
направления 22.03.01 «Материаловедения и технологии материалов»,
профиль «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов»
института физики

Яковлевой Дарьи Дмитриевны

Научный руководитель,
доцент, к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

И.В. Синёв

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой,
д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2024

Введение. Сенсорами газа называют устройства, преобразующие воздействие окружающей среды (химический состав) в электрический сигнал. Такие сенсоры необходимы для контроля технологических процессов в пищевой, химической промышленности, в сфере безопасности, медицине. В основе работы сенсоров газа могут лежать различные физические принципы, соответственно газовые сенсоры можно разделить на оптические, термокаталитические, на основе твердых электролитов, хеморезистивные (полупроводниковые), на основе пьезовесов. Полупроводниковые сенсоры газа обладают высокой чувствительностью и низкой стоимостью производства, поэтому нашли широкое применение. Газочувствительностью обладают различные материалы, но наибольшее применение нашли оксиды металлов, такие как диоксид олова, оксид цинка, оксид вольфрама, оксид индия и другие. Наиболее исследованным материалом является диоксид олова.

Механизм газочувствительности оксидов металлов (полупроводников n – типа) основан на адсорбции кислорода из окружающей среды на поверхности полупроводника и переходе его в заряженную форму. При этом свободные электроны захватываются из зоны проводимости, что приводит к снижению проводимости материала. Таким образом, состояние поверхности управляет проводимостью объема материала. Из этого следует, что материалы, обладающие большим отношением площади поверхности к объему, должны показывать более высокую чувствительность.

Нагрев материала может вызвать изменение его кристаллической структуры, размера зерен поликристаллических материалов, концентрации дефектов, и, как следствие, изменение проводимости, газочувствительности и других свойств [1].

Каталитические и газочувствительные свойства оксидов металлов определяются энергетическим спектром электронов. Управление этим спектром является фундаментальным способом разработки новых функциональных материалов и устройств. Поэтому актуальной задачей

является управление внутренними и внешними поверхностными состояниями, в том числе путем отжига [2].

Целью выпускной квалификационной работы является изучение однородности пленок диоксида олова, полученных высокочастотным магнетронным распылением а так же отжига пленок диоксида олова в атмосфере аргона и кислорода, и исследование их газочувствительных свойств.

На основе поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- напыление пленок диоксида олова магнетронным методом;
- исследование равномерности толщины пленки;
- исследование газочувствительности полученных образцов;
- исследование влияния времени отжига пленок диоксида олова в атмосфере аргона и кислорода при температуре 400°C на их газочувствительные свойства;
- исследование влияния температуры отжига (от 400°C до 700°C) пленок диоксида олова в атмосфере кислорода на их газочувствительные свойства;
- исследование влияния отжига на плёнки диоксида олова в атмосфере аргона при температуре 400°C после отжига в атмосфере кислорода при температуре 700°C на их газочувствительные свойства.

Выпускная квалификационная работа занимает 77 страниц, имеет 51 рисунок и 3 таблицы.

Обзор составлен по 25 информационным источникам.

Во введении рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

Первый раздел представляет собой литературный обзор.

Во втором разделе работы экспериментальная часть.

Основное содержание работы

На кусочек стекла и пластины поликора напыляли диоксид олова магнетронным методом напыления. Исследовалось равномерность толщины пленки с помощью метода цветных оттенков Ньютона и исследовалось распределение толщин по всей поверхности исследуемого образца. Далее

проводился отжиг в атмосфере кислорода одной пластины поликора с слоем диоксида олова при температуре 400°C, при разном времени отжига, другую же пластину изучали в атмосфере аргона при той же температуре. Далее исследовали на газочувствительные свойства, как изменилась структура после отжига по изменению сопротивления при последовательном напуске пробы изопропанола и продувки воздухом. После повышали температуру отжига образца в атмосфере кислорода, и изучали, как изменилась структура после отжига по изменению сопротивления при последовательно напуская пробы изопропанола и продувая воздухом. Далее этот же образец отжигали в атмосфере аргона, и изучали, как изменилась структура после отжига по изменению сопротивления при последовательно напуская пробы изопропанола и продувая воздухом.

Заключение. В ходе работы были приобретены навыки поиска, анализа, обобщения и изложения информации. Выполнены все поставленные цели и задачи, а именно была изучена газочувствительность пленок диоксида олова, полученных путём отжига при разных температурах.

Для этого были выполнены следующие действия:

1. напыление пленки диоксида олова;
2. проведено исследование равномерности толщины пленки;
3. проведено исследование распределения удельного сопротивления пленки;
4. проведено исследование чувствительности пленки;
5. проведен отжиг в атмосфере кислорода и аргона при температурах: 400°C;
6. проведен отжиг в кислороде при температурах: 400°C, 500°C, 600°C и 700°C;
7. проведено исследование чувствительности пленки после отжига.

В ходе выполнения практики были получены следующие результаты:

- толщина напыляемого слоя диоксида олова зависит от положения подложки во время напыления;

- удельное сопротивление зависит от толщины напыляемой плёнки;
- 120 мин достаточно для выполнения отжига в атмосфере кислорода при температуре 400°C;
- 180 мин достаточно для отжига в атмосфере аргона при температуре 400°C;
- отжиг в атмосфере кислорода при температурах от 400°C до 700°C приводит к увеличению сопротивления пленок диоксида олова;
- отжиг в атмосфере аргона при температуре отжига 400°C приводит к уменьшению сопротивления
- чувствительность пленок диоксида олова к парам изопропанола растет после выполнения отжига в кислороде;
- наименьшее значение дрейфа сопротивления достигается при отжиге при температуре 400°C;
- отжиг в атмосфере аргона при температуре 400°C, после отжига в атмосфере кислорода при температуре отжига 700°C мало повлиял на газочувствительные свойства пленки диоксида олова.

Список использованных источников

1 Özkendir, O. M. Electronic and structural properties of SnO and SnO₂ thin films studied by X-ray-absorption spectroscopy / O. M. Özkendir, Y. Ufuktepe // Journal of optoelectronics and advanced materials. – 2007. – V. 9, № 12. – P. 3729-3733.

2 Hernandez-Ramírez, F. High response and stability in CO and humidity measures using a single SnO₂ nanowire / F. Hernandez-Ramírez, A. Tarancon, O. Casals, J. Arbiol // Available online. 2007. – V. 3, № 16. – P. 2427-3337.