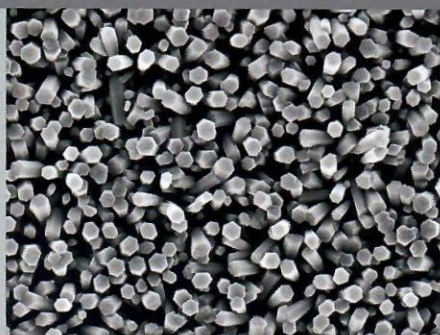
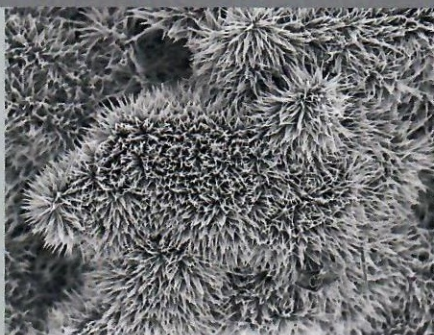


Гриценко Л.В.
Калкозова Ж.К.
Абдуллин Х.А.

**МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ
И ИССЛЕДОВАНИЯ
ТОНКИХ ПЛЁНОК И СЛОЁВ
ОКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**



монография



Гриценко Л.В.
Калкозова Ж.К.
Абдуллин Х.А.

**МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ
ТОНКИХ ПЛЁНОК И СЛОЁВ ОКСИДНЫХ
ПОЛУПРОВОДНИКОВ**
(издание второе, дополненное)

УДК 539.215.9
ББК 24.5
Г85

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор – *К.В. Цай*
кандидат физико-математических наук, асоц. профессор – *Х.Р. Майлина*
кандидат физико-математических наук, профессор – *Д.М. Сергеев*

Рекомендовано к изданию Учёным советом НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева»

(Протокол №1 от 29.09.2022г.)

Г85 Гриценко Л.В., Калкозова Ж.К., Абдуллин Х.А. Методы получения и исследования тонких плёнок и слоёв оксидных полупроводников: монография / Л.В. Гриценко, Ж.К. Калкозова, Х.А. Абдуллин – Алматы: КазННТУ им. К.И. Сатпаева, 2022. – 193 с.

ISBN 978-601-323-320-8

(издание второе, дополненное)

Монография посвящена научным и технологическим аспектам низкочастотных, контролируемых методов синтеза нанокристаллического полупроводникового материала. В данной работе представлены собственные экспериментальные результаты научно-исследовательской работы по разработке низкочастотных методов контролируемого синтеза тонких плёнок и слоёв оксидных полупроводников, таких как оксид цинка, диоксид титана, нанокмозитов ZnO/SiO₂, ZnO/Si₃N₄, а также работы по исследованию влияния термической обработки и обработки в водородной плазме на оптические, структурные и электрические свойства синтезированных образцов. Предыдущее издание дополнено Главой 3, посвящённой синтезу плёнок, порошков и массивов наностержней ZnO, а также исследованию их физико-химических свойств.

Монография рассчитана на инженеров, научных работников, студентов старших курсов, магистрантов, докторантов, интересующихся методами синтеза и исследования тонких плёнок и слоёв оксидных полупроводников. Авторство Гриценко Л.В. составляет не менее 6 печатных листов данной монографии.

УДК 539.215.9
ББК 24.5

ISBN 978-601-323-320-8

© Гриценко Л.В., 2022
© КазННТУ, 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Ввиду перспективности прозрачных проводящих плёнок на основе оксида цинка (ZnO) для применения в солнечной энергетике, в электронике и оптоэлектронике отмечается востребованность в проведении активных исследований по поиску низкочастотных способов их получения. Улучшение электрических, свойств устройств на основе оксидных полупроводников зачастую достигается путём легирования различными металлами или оксидами металлов, а также нанесением на их поверхность частиц благородных металлов. Оптимизация низкотемпературных, экономичных методов синтеза, таких как золь-гель и гидротермальный с последующей термической или плазменной обработками позволяет получать низкоомные прозрачные покрытия на основе ZnO, легированного В, Al, In, Mg и др. с воспроизводимыми контролируруемыми электрическими и оптическими свойствами.

В монографии особое внимание уделено разработке простых и низкочастотных методов получения новых полупроводниковых материалов и композитов на основе ZnO, высоко востребованных в качестве прозрачных в видимой области спектра и проводящих слоёв для применения в тонкоплёночных солнечных элементах (СЭ), в дисплеях, в оптоэлектронных приборах, в фотовольтаических и фотокаталитических преобразователях.

Основной задачей проводимого исследования являлась разработка низкочастотных методов контролируемого синтеза тонких плёнок оксидных полупроводников, исследование влияния термической обработки и обработки в водородной плазме на оптические, структурные и электрические свойства полученных образцов, разработка методов легирования и достижения высокой концентрации свободных носителей и высокой подвижности, с перспективой создания высококачественных проводящих прозрачных покрытий, электродов и материалов для фотовольтаических устройств.

Авторами использованы такие низкочастотные методы синтеза проводящих прозрачных плёнок оксида меди и оксида цинка, легированного бором и алюминием, высоко востребованные в тонкоплёночной электронике, как золь-гель,

гидротермальный и электроосаждение. В работе исследованы морфология, структурные, электрические и оптические свойства полученных образцов.

Отмечено, что оптимизация низкотемпературных, экономичных методов синтеза, таких как золь-гель и гидротермальный с последующей термической и плазменной обработкой позволяет получать низкоомные прозрачные покрытия на основе ZnO, легированного В, Al, Mg, Ni и др. с воспроизводимыми контролируемыми электрическими и оптическими свойствами без использования дорогостоящих катализаторов, являющиеся экономически эффективными и перспективными для применения в фотовольтаике, «прозрачной» и сенсорной электронике.

Второе издание монографии дополнено Главой 3, которая посвящена детальному рассмотрению создания тонких низкоомных наноструктурированных слоёв оксида цинка, а также влиянию примесей и полимера в растворе роста на физико-химические характеристики растущего слоя. Показано и объяснено влияние термической обработки и обработки в водородной плазме на изменение фотолюминесцентных и электрических характеристик синтезированных материалов. В разделе 3.5 приведены результаты применения наночастиц оксида цинка для разложения органических соединений в водном растворе под действием ультрафиолетового излучения. Показано влияние морфологии синтезированных частиц на их фотокаталитические свойства.

Представленные результаты проводимых исследований выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках проекта № AP08856173 «Синтез и исследование свойств низкоразмерных полупроводниковых материалов для создания высокочувствительных биосенсоров».

Авторы выражают глубокую благодарность коллективу Нанолaborатории открытого типа при КазНУ им. аль-Фараби за помощь в проведении исследования синтезированных образцов.

Гриценко Леся Владимировна,
Калкозова Жанар Каниевна,
Абдуллин Хабибулла Абдуллаевич

**МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ
ТОНКИХ ПЛЁНОК И СЛОЁВ ОКСИДНЫХ
ПОЛУПРОВОДНИКОВ**
(издание второе, дополненное)

Нач. ОПП
Компьютерная верстка

Л.Т. Касжанова
Л.П. Умирбекова

Подписано в печать 04.10.2022 г.

Тираж 300 экз. Формат 60x84x 1/16. Бумага типогр. № 1.
Уч.-изд.л.12,1. Усл. п.л.11,3. Заказ № 306. Цена договорная.

Издание Казахского национального исследовательского
технического университета им. К.И. Сатпаева
Издательство «Polytech»
г. Алматы, ул. Сатпаева, 22

ISBN 978-601-323-320-8



9|786013|233208|