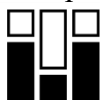


Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 03.06.01, Физика и астрономия
Школа базовой инженерной подготовки
Отделение естественных наук

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Методы синтеза и свойства структурированных пленок и слоев на основе оксида цинка УДК 661.84.091:539.216.2

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
А4-08	Исмаилов Д.В.		

Руководителя профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор-консультант	Чернов И.П.	д.ф.-м.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель отделения	Шаманин И.В.	д.ф.-м.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ильин А.П.	д.ф.-м.н., профессор		

В последнее время сильно возрос интерес к оксиду цинка из-за его особых электрофизических пьезоэлектрических свойств. Благодаря этим свойствам оксид цинка является одним из самых актуальных материалов. Пленки на основе ZnO можно использовать в качестве нанесения токопроводящих прозрачных контактов, которые необходимы при производстве оптоэлектронных устройств. А также пленки, обладающие высоким сопротивлением можно переменить в качестве: резисторов, газовых пьезопреобразователей и сенсоров. Также пленки используются в качестве люминофоров, электролюминесцентных экранов, акустоэлектронных усилителей. На сегодняшний момент можно достичь производство дешевых и качественных оптоэлектронных устройств при изготовлении пленок ZnO. Вместе с тем улучшить достигнутые характеристики пленок оксида для повышения воспроизводимости параметров.

Как правило, при получении пленок ZnO применяется, вакуумные, а также высокотемпературные технологии. В данной работе за основу были взяты две технологии: *гидротермальный синтез*, в котором пленки были выращены в условиях золь-гель технологии и *магнетронное напыление* оксида цинка в вакууме.

Золь-гель синтез, является подходящим методом для получения тонких пленок ZnO на диэлектрических подложках, в том числе для создания затравочных слоев для последующего выращивания толстых пленок и массивов наностержней ZnO. Золь-гель метод также является низкочувствительным методом и применяется для синтеза пленок на подложках большой площади с получением однородных и прозрачных слоев ZnO. Гидротермальный метод, также как и золь-гель синтез, является низкочувствительным методом получения тонких пленок и массивов наностержней ZnO. Оба метода не требуют сложного оборудования и длительных времен синтеза.

Во втором случае были получены прозрачные слои ZnO путем магнетронного напыления, что использовано для изготовления недорогих прозрачных проводящих оксидов на кремниевой подложке.

В ходе выполнения работы была отработана технология получения пленок гидротермальным синтезом и магнетронным распылением.

Образцы ZnO, синтезированные в условиях золь-гель синтеза, легированные солями металлов после термического отжига при 500 -500⁰С имеют лучшие электрические характеристики: значения концентрации носителей заряда ($9.8 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$), подвижности μ ($\sim 10 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$) и удельного сопротивления ρ ($\sim 0.006 \text{ Ом}\cdot\text{см}$), т.е. стабильные электрические параметры при долгом хранении на воздухе. Спектры фотолюминесценцией полученных образцов ZnO в видимой области при 380 нм и 580 нм, имели характерную для типичной поликристаллической пленки оксида цинка прозрачность. Синтезированные из 16 слоев

пленки ZnO имели хорошую однородность и также прозрачность, а толщина составила порядка 480 нм.

Образцы ZnO, легированные солями металлов бора, и алюминия и полученные гидротермальным методом, имели высокие значения концентрации носителей заряда ($2.3 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$), подвижности μ ($\sim 39.9 \text{ см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$) и удельного сопротивления ρ ($\sim 0.008 \text{ Ом}\cdot\text{см}$). Пленки, обработанные в химическом реакторе в потоке водорода и плазмы, имели высокий коэффициент пропускания света (более 90%) в видимой области спектра. Полученные на стеклянных подложках пленки в растворе с концентрацией 300мМ с мас.1% ПАВ имеют высокую прозрачность и однородность.

Пленки ZnO:Al, полученные магнетронным напылением, толщиной около 1 мкм, имели электрическое сопротивление около 40-45 Ом на см^2 . Также получены фоточувствительные структуры n-ZnO/p-Cu₂O(CuO) после отжига при 100-500°C на воздухе образцов пленок меди на стеклянной подложке. Исследования поверхности пленки оксидов меди Cu₂O(CuO) показали, что имеют мелкокристаллитную структуру. В спектрах на отражения и пропускания пленок с отжигом при 100-200°C происходило просветление пленки практически во всем диапазоне за счет формирования фазы Cu₂O, а при более высоких температурах отжига происходил сдвиг начала поглощения к большим длинам волн ($\sim 750 \text{ нм}$) и энергиям 1.6 эВ, т.е. появление фазы CuO.

Список литературы

1. J. Li, S. Chang, M. Hsu, S. Chang/High responsivity MgZnO ultraviolet thin-film phototransistor developed using radio frequency sputtering // Materials. - 2017. - Vol. 10. - №2. - P. 126-134.
2. H. Jeong, R. Salas-Montiel, M.S. Jeong/Optimal length of ZnO nanorods for improving the light-extraction efficiency of blue InGaN light-emitting diodes// Optics express. - 2015. - Vol. 23. - №18. - P. 246-259.
3. A. Echresh, C.O. Chey, M.Z. Shoushtari, O. Nur, .M. Willander Echresh, A. Tuning the emission of ZnO nanorods based light emitting diodes using Ag doping// Journal of applied physics. - 2014. - Vol. 116. - №19. - P. 1-8.
4. C. Xu, C. Yang, B. Gu, S. Fang Nanostructured ZnO for biosensing applications// Chinese Science Bulletin. - 2013. - Vol. 58. - №21. - P. 2563-2566.
5. В.С. Хомченко, В.И. Кушниренко, В.П. Папуша, А.К. Савин, О.С. Литвин/Люминесцентные и структурные свойства пленок ZnO-Ag//Физика и техника полупроводников, 2010, том 44, вып. 5. стр 713-718.