

УДК 535.342, 535.376

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКАНИЯ И ОТРАЖЕНИЯ НАНОСТРУКТУР ОКСИДА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

Гущин М.Г., Куршанов Д.А.,
Научный руководитель – д.ф.-м.н., с.н.с. Вартамян Т.А.
Университет ИТМО

Наноструктуры оксида цинка получены тремя способами: химическим синтезом, лазерной абляцией и осаждением электронным пучком в вакууме. Проведено сравнение оптических свойств образцов, полученных различными способами с теоретическими расчётами.

Введение. Широкий интерес к наноструктурированному оксиду цинка обусловлен его привлекательными оптическими свойствами. При определённых методиках получения наноструктуры оксида цинка обладают люминесценцией в зелёной области, интенсивность которой зависит от состава окружающей атмосферы, что позволяет использовать этот материал в качестве газового сенсора. Кроме того, состав окружающей атмосферы заметно влияет и на показатель преломления наноструктурированного оксида цинка, что позволяет использовать его в качестве трансдьюсера в составе безметочных (label-free) химических и биологических сенсоров. Причиной высокой чувствительности наноструктурированного оксида цинка является несовершенство его кристаллической структуры, однако природа нестехиометрии, ответственной за повышенную чувствительность к газовой атмосфере, до конца не изучена.

Основная часть. Для получения наноструктур оксида цинка разработан ряд методов. В нашей работе были использованы следующие три подхода: химический синтез, лазерная абляция таблетки ZnO и осаждение оксида цинка электронным пучком в вакууме.

Химический синтез состоял из подготовки раствора ионов цинка (Zn^{2+}). Далее полученный раствор осаждался на кварцевую подложку при помощи метода спин-коутинга, подложка с ионами цинка помещалась в муфельную печь для её окисления. У структуры, полученной при помощи химического синтеза, была обнаружена широкая полоса люминесценции в зелёной области спектра.

Следующий метод получения – лазерная абляция таблетки оксида цинка. В ходе экспериментальной работы было получено, что плёнки, образовавшие на подложке под действием излучения различных длин волн, существенно отличались. Образец, полученный при использовании второй гармоники, был охарактеризован как тонкая плёнка оксида цинка. В спектре экстинкции пленки, образовавшейся под действием первой гармоники лазерного излучения, выраженный пик сместился в ультрафиолетовую область. Данная полоса характерна для тонкой плёнки металлического цинка.

Также был использован метод осаждения при помощи электронного пучка в вакууме. Структура, полученная данным методом, имела характерную для оксида цинка полосу поглощения, однако люминесценции в видимой области не наблюдалось.

Проведено сравнение пропускания и отражения наноструктур, полученных экспериментальным путём, результатами теоретических расчётов. Были выявлены условия для получения узких полос пропускания.

Выводы. Из нескольких образцов, полученных различными методами, только образец, полученный химическим синтезом, обладал люминесценцией в зелёной области. Кроме того, образец, полученный химическим синтезом, обладал наиболее выраженным поглощением в экситонной полосе, характерной для объёмного оксида цинка. Таким образом, образец, полученный методом химического синтеза, оказался наиболее перспективным для применения в газовых сенсорах. Вместе с тем теоретические расчёты указывают на то, что

целесообразно продолжить исследование более сложных наноструктур оксида цинка. В частности, узкой полосой отражения, необходимой для создания чувствительного сенсора, должна обладать многослойная структура, состоящая из чередующихся слоев металла и оксида цинка.