

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК MgO, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СПРЕЙ-ПРОЛИЗА

*Дьяченко А.В., Опанасюк А.С., Курбатов Д.І.*

Сумский государственный университет, факультет ЭЛИТ,  
кафедра электроники и компьютерной техники, Украина, г. Сумы, ул. Римского-Корсакова, 2;  
e-mail: alexey.dyachenko@ukr.net, opanasyuk\_sumdu@ukr.net

Аннотация: В работе методом рентгенодифрактометрии исследованы пленки, полученные методом спрей-пиролиза с использованием в качестве прекурсора раствора хлорида магния. Определен интервал температур подложек, где растут пленки кубического оксида магния с нанокристаллической структурой. Параметры кристаллической решетки соединения составляли  $a = 0,42345$  нм для слоев, нанесенных при  $T_s = 380$  °С, и  $a = 0,42121$  нм при  $T_s = 400$  °С, что хорошо коррелирует со справочными данными.

Ключевые слова: оксид магния, нанокристаллические пленки, спрей-пиролиз, структурные исследования

В настоящее время, оксидные материалы находят все большее применение в электронной технике. Оксид магния рассматривается как альтернатива традиционному диэлектрику диоксиду кремния благодаря таким его свойствам, как большая ширина запрещенной зоны, высокая теплопроводность и устойчивость в атмосфере. Пленки MgO благодаря низкой диэлектрической постоянной, малым диэлектрическим потерям и хорошему соответствию кристаллических решеток используются в качестве буферных слоев при осаждении высокотемпературных сверхпроводящих пленок со структурой перовскита, сегнетоэлектрических пленок и т.д. Материал применяется для создания защитных экранов в жидкокристаллических дисплеях, изолирующих слоев туннельных переходов, а также антиотражающих и буферных слоев солнечных элементов на основе различных поглощающих слоев.

Существует множество методов получения пленок MgO, но в последнее время большое внимание уделяется химическим, одним из которых является метод спрей-пиролиза. Этот метод является одним из наиболее перспективных для осаждения пленок полупроводников благодаря своей простоте и дешевизне, большой скорости нанесения слоев и возможности получения конденсатов на подложки большой площади из различных материалов, поскольку данная технология является безвакуумной.

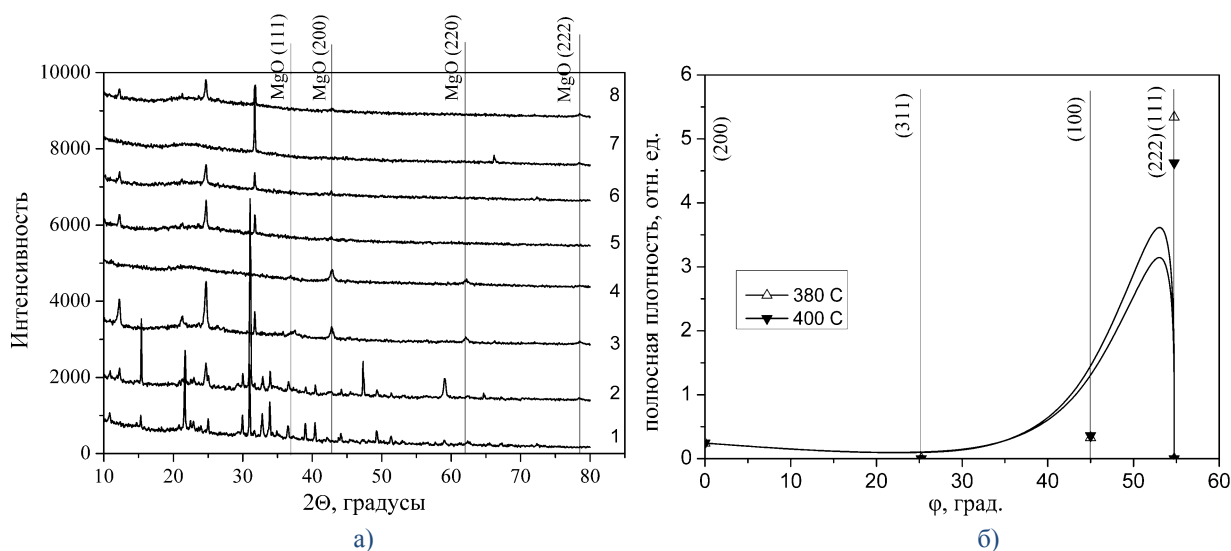
В работе проведены структурные исследования серии образцов, нанесенных методом спрей-пиролиза на стеклянные подложки. Очистка поверхности подложек перед осаждением производилась в ванне с этанолом. Для получения пленок использовался прекурсор на основе раствора хлорида магния ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) в дистиллированной воде с концентрацией 0,2 М. Нанесение тонких слоев проводилось в диапазоне температур подложки  $T_s = 300 - 500$  °С с шагом  $\Delta T = 50$  °С. Температура подложки измерялась с помощью хромель-алюмеливой термопары. Расстояние между соплом

распылителя и подложкой составляла 12 см. Для транспорта диспергированных частиц использовался поток воздуха под давлением 0,2 МПа. Количество прекурсора, распыляемого для получения пленки, составляла 5 мл. Скорость распыления раствора равна 2 мл/мин.

Методом рентгеноструктурного анализа были проведены структурные исследования пленок. Фазовый анализ проводился путем сопоставления межплоскостных расстояний и относительной интенсивности от исследованных образцов и эталона по данным JCPDS. Текстура полученных пленок была исследована по методу Харриса.

Дифрактограммы от полученных слоев представлены на рис. 1 а.

**Рисунок 1 – Дифрактограммы от пленок, полученных при различной температуре подложки (а); зависимость ориентационного фактора от угла для образцов, полученных при  $T_s=380\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $T_s=400\text{ }^{\circ}\text{C}$  (б)**



Установлено, что при  $T_s = 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  росли пленки с фазовым составом, соответствующим соединению  $\text{Mg}_2(\text{OH})_3\cdot\text{Cl}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ . При этом, слои полученные при  $T_s = 380 - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$  действительно состоят из MgO кубической модификации с преимущественной аксиальной текстурой [111]. Параметры кристаллической решетки соединения составляли  $a = 0,42345\text{ нм}$  для слоев, нанесенных при  $T_s = 380\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и  $a = 0,42121\text{ нм}$  при  $T_s = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Видно, что экспериментальные значения постоянной решетки материала достаточно хорошо коррелируют с данными приведенными в справочнике JCPDS ( $a = 0,42112\text{ нм}$ ). Дополнительные пики на дифрактограммах на углах близких к  $12,30^{\circ}$ ;  $24,70^{\circ}$  и  $31,60^{\circ}$  могут быть отнесены к гидроксильным соединениям магния. Это свидетельствует о неполной трансформации прекурсоров в требуемую фазу и на необходимость дальнейшего отжига образцов после осаждения. Размер зерен в пленках MgO не превышал 200 нм.

Таким образом, в данной работе был проведен фазовый анализ и исследованы некоторые структурные свойства тонких слоев, нанесенных методом спрей-пиролиза с использованием прекурсора  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Это позволило определить температурные режимы получения пленок оксида магния с нанокристаллической структурой.

## **DEPOSITION AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF MGO THIN FILMS BY A SPRAY PYROLYSIS METHOD**

*A.V. Dyachenko, A.S. Opanasyuk, D.I. Kurbatov*

Sumy State University, department of electronics and computer technology, 2, Rimsky-Korsakov Str., 40007, Sumy, Ukraine

Abstract: a spray pyrolysis method has been applied to prepare MgO thin films on glass substrates by using magnesium chloride hexahydrate as starting reactants. Structural properties of the films have been investigated. The experimental results revealed that the substrates temperature played important roles in the formation MgO film.

Keywords: magnesium oxide, thin film, spray pyrolysis method, structural characterization

Исследование структурных особенностей нанокристаллических пленок MgO, полученных методом спрей-пиролиза/ Дьяченко А.В., Опанасюк А.С., Курбатов Д.И. // XI Международная конференция «Перспективные технологии, оборудование и аналитические системы для материаловедения и наноматериалов», Курск, 13-14 мая 2014 г. С. 167