

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ AL НА МОРФОЛОГИЮ ПЛЕНОЧНЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СТРУКТУР ZnO:Al

Я.А. Ковалева, А.В. Семченко

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Гомель, Беларусь; yara.kov@tut.by

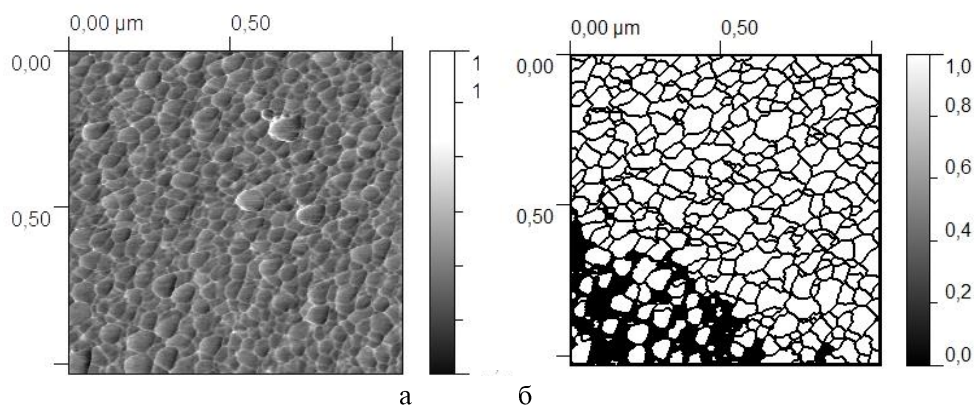
Введение. Золь-гель технология открывает широкие возможности получения пленочных структур с многофункциональными свойствами: специальными теплофизическими, оптическими, магнитными и электрическими свойствами [1]. Привлекательность этого метода достигается за счет простоты и дешевизны исполнения. Монолитность и физико-механические свойства пленочных структур полученных золь-гель методом обеспечиваются за счет прочных межфазных связей и кристаллитных структур, образующихся на поверхности подложки [2]. Для получения упорядоченных структур важной задачей является выбор исходных реагентов и концентрации наполнителя коллоидного раствора [3]. Классическими методами исследований золь-гель пленочных структур является атомная силовая и оптическая микроскопия [1].

Цель работы – исследование зависимости структурных свойств ZnO:Al золь-гель покрытий от концентрации Al.

Материалы и методы исследований. Для получения золь-гель методом слоев на основе ZnO:Al требуемой толщины и хорошей однородности за основу был взят метод центрифугирования (spin-coating). Установлена корреляция между параметрами коллоидного раствора и методом получения слоев на основе ZnO:Al. Для изучения влияния концентрации алюминия на топографию поверхности слоев оксида цинка были использованы образцы с различным значением концентрации примеси алюминия (0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4 масс. %). После нанесения золя на поверхность пластин (монокристаллического кремния), помещали в печь, где были нагреты до температуры 350 °С, пошагово с интервалом в 20 °С в течение 10 мин. Процесс нанесения и сушки повторялся до получения нужной толщины. На последней стадии подложки помещали в печь и нагревали до 550 °С пошагово с интервалом 20 °С в течение 50 мин.

Топографию поверхности слоев ZnO:Al исследовали с помощью атомно-силового микроскопа (АСМ) SOLVER Pro 47 («NT-MDT», Россия). Для обработки изображений полученных на атомно-силовом и электронном микроскопах применяли программу Gwyddion (бесплатное программное обеспечение, защищённое в соответствии с Лицензией GNU (GNU GPL) [3].

Результаты и их обсуждение.



Продолжение на следующей странице.

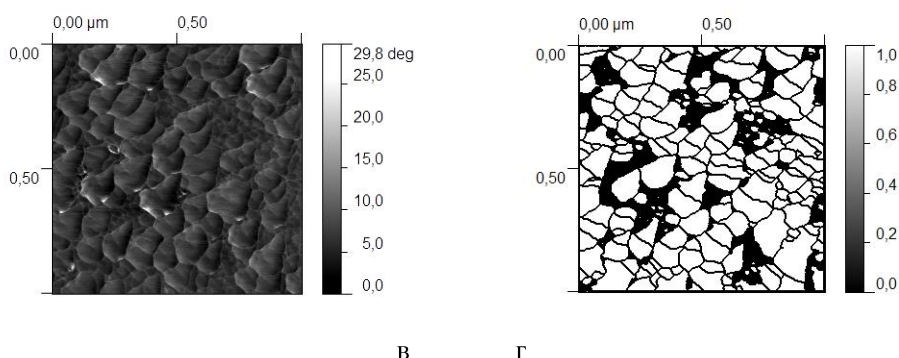


Рис. 1. АСМ – изображения слоёв (1×1 мкм) оксида цинка с примесью алюминия: (а, б) 0,6; (в, г) 1,4 масс. %, полученных золь-гель методом на поверхности монокристаллического кремния.

На рисунке 1 (а, в) приведены обработанные АСМ – изображения, а на рисунке 1 (б, г) зависимость распределения частиц по размерам на поверхности ZnO:Al-слоёв для минимальной и максимальной исследованных концентраций алюминия. В таблице 1 представлены данные распределения частиц по размерам и шероховатости ZnO:Al-слоёв, полученных золь-гель методом на поверхности монокристаллического кремния в зависимости от концентрации алюминия.

Таблица 1. Статистика зёрен на поверхности слоев (1×1 мкм) оксида цинка с примесью алюминия.

| Характеристика | Концентрация Al, масс. % | | | | |
|--------------------------|--------------------------|------|------|-------|------|
| | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 |
| Ra (Шероховатость), нм | 7,01 | 4,94 | 3,37 | 11,41 | 5,83 |
| Число зерен | 448 | 273 | 279 | 332 | 231 |
| Средний размер зерна, нм | 33,3 | 36,2 | 32,4 | 34,5 | 43,1 |

Выводы. Проведенные измерения топографии поверхности с помощью АСМ показали, что все исследованные образцы пленок имеют поликристаллическую структуру с субмикронным размером отдельных зерен (кристаллитов). Отмечено, что морфология слоев существенно изменяется при использовании оксида цинка с примесью алюминия от 0,6 до 1,4 масс. %. Введение Al с концентрацией 0,6 масс. % приводит к увеличению средних размеров наночастиц приблизительно до 33 нм, по сравнению с беспримесными пленками оксида цинка (0 % Al). Увеличение содержания примеси алюминия до 1,4 масс. % приводит к снижению количества зерен на 90 % и увеличению размера зерна на 30 % (до 43 нм), по сравнению с концентрацией 0,6 масс. % Al, при этом шероховатость поверхности образца снижается. Таким образом, можно сделать вывод, что введение Al в концентрации 1,4 масс. % приводит к сглаживанию поверхности образца.

Литература:

1. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010
2. Денисов Н.М., Чубенко Е.Б., Бондаренко В.П., Борисенко В.Е. Оптические свойства многослойных золь-гель пленок оксида цинка //Физика и техника полупроводников, 2018 (52), № 6, 575-580
3. Зарецкая Е.П., Гременок В.Ф., Семченко А.В., Сидский В.В., Юшканес Р.Л. Структурные свойства пленок ZnO : Al, полученных золь-гель методом// Физика и техника полупроводников – 2015 (49), № 10, 1297-1303