

Huseyn M. Mammadov,
ScD, professor;

Rena J. Kasumova,
ScD (Doctor), professor;

Shahla A. Shamilova,
Doctoral student,
Baku State University

Preparation and Second Harmonic Generation in ZnO/PMMA Nanocomposite Films

Key words: *electrochemical deposition, zinc oxide, nanocomposite, constant-intensity approximation, second generation.*

Annotation: *In this work detail was described the technology of preparation thin films. The optical properties and morphology of nanocomposites surfaces were studied. The analysis of nonlinear interaction of optical waves in ZnO/PMMA nanocomposite films for the case of second harmonic in constant-intensity approximation generation showed that the surface effects in ZnO/PMMA structures give a larger contribution than the volume effects at nonlinear optical properties of nanocomposites. In the analysis were examined of various concentrations of zinc oxide.*

ZnO является перспективным соединением в области разработок, действующих на основе, как объемных кристаллов, так и тонких пленок. Тонкие пленки оксида цинка представляют несомненный интерес при разработке приборов оптоэлектроники нано диапазона. Среди различных применений, таких как лазерные диоды (7), пьезоэлектрические преобразователи (2), транзисторы (3) и люминофоры (4), оксид цинка, также используется в качестве буферного прозрачного слоя в солнечных элементах на основе диселенида меди-индия-галлия (CIGS) (5). Выбор ZnO пленок с целью исследований объясняется рядом причин, среди которых отметим следующие два. Во-первых, высокая квадратичная восприимчивость оксида цинка, свыше 10 пм/В (1), во-вторых, ZnO обладает хорошими оптическими и фотомеханическими свойствами, способностью легко осаждаться на различные типы подложек (1,6,8).

В настоящей работе, наноструктурные тонкие пленки (40-100 нм) ZnO были получены на поверхности пленок PMMA/SnO₂ электрохимическим осаждением. При использовании данного простого в эксплуатации метода применяется оборудование с низкой стоимостью. Другим существенным преимуществом метода осаждения тонких пленок является, низкая температура обработки, позволяющая контролировать толщину пленки и использовать различные геометрические формы подложек. Этот метод также позволяет избежать использования вакуумных систем, позволяющих рост пленок в нормальных лабораторных условиях.

Тонкие пленки ZnO были электроосаждены с использованием обычной трехэлектродной системы, с графитовой пластиной анодного электрода и Ag/AgCl в качестве вспомогательного электрода. Перед осаждением, подложки тщательно промывались деионизированной водой и высушены азотной продувкой.

Раствор содержал нитрат цинка ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), растворенный в 150 мл деионизированной воды. Температуру поддерживали при 80 °C (± 2 °C). Образцы размерами 10×8 мм² были выращены при различных катодных потенциалах между (-0.9 ÷ -1.1V) относительно Ag/AgCl. Пленки отжигались в течение 15 минут при температуре 550 °C в атмосфере аргона.

Изучение морфологии поверхности пленок проводилось с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Как правило, для определения фазы и с целью кристаллографического анализа был проведен рентгеноструктурный анализ на отожженных ZnO пленках, полученных при различных катодных потенциалах.

Типичная рентгеноструктурная картина ZnO пленок показана на рис 1. Дифрактограмма иллюстрирует пленки, осажденные при -0.9 V. Согласно рисунку пленки являются поликристаллами с гексагональной фазой и обладают сильным пиком в плоскости (002).

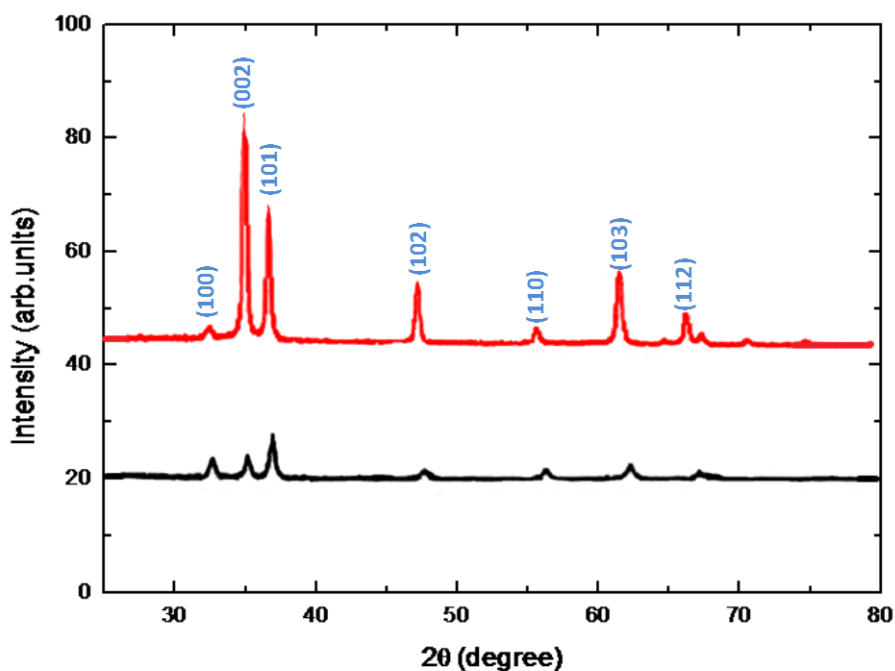


Рис.1

На рисунке 2а показаны СЭМ фотографии пленок нанесенные, при -0.9 V. Слои оказались компактными, поверхности безпустотными, размеры зерен составляли ~ 1.0 мкм и имели различную ориентацию. Микрофотография, показанная на рис.2б

отображает вид пленок ZnO, осажденных при -1.0 V. Зерна очень компактные и нанокристаллические.

Теоретическое исследование нелинейного взаимодействия оптических волн в нанокompозитных пленках ZnO/PMMA в случае генерации второй гармоники в приближении заданной интенсивности показало, что на нелинейно оптические свойства нанокompозита больше влияют поверхностные эффекты, нежели объемные эффекты. При анализе были рассмотрены разные концентрации оксида цинка.

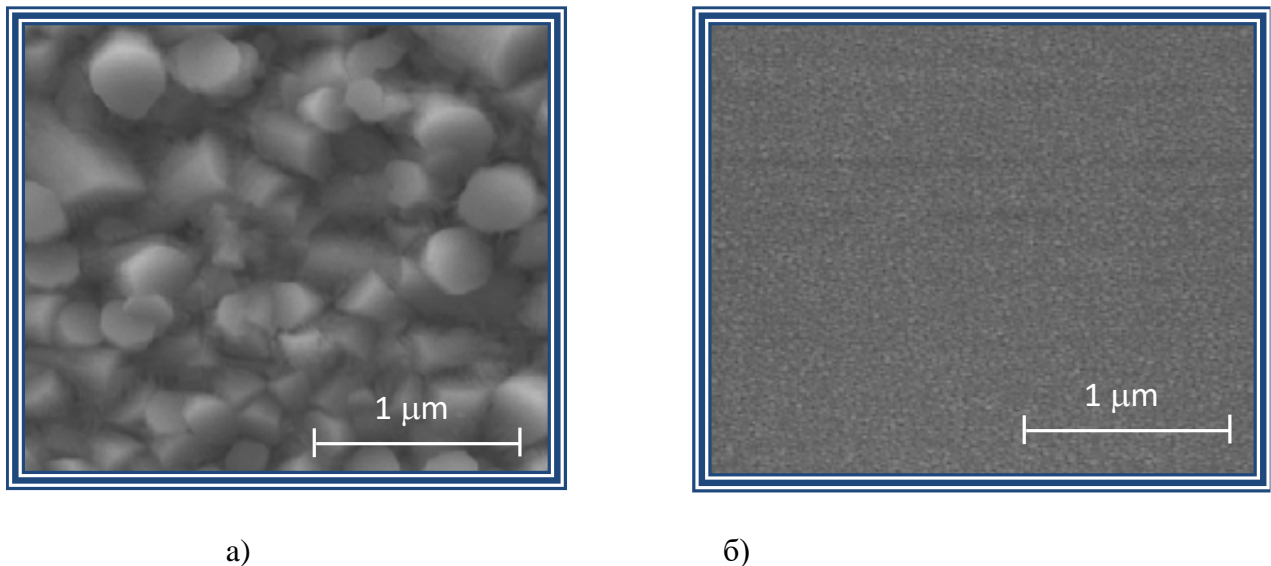


Рис 2.

Проведенный численный расчет в приближении заданной интенсивности позволил получить величину когерентной длины материала. Показано, что при высоких концентрациях оксида цинка более сильный сигнал второй гармоники связан большей длиной взаимодействия в нелинейной среде.

Таким образом, аналитический анализ в приближении заданной интенсивности показал, что наблюдается рост нелинейно оптического отклика на больших длинах нелинейного взаимодействия.

References:

1. Hariskos D, Spiering S, Powalla M. *Thin Solid Films*, 2005; 480; 99.
2. Look D. *Mater. Sci. Eng., B*, 2001; 80; 383.
3. Fortunato E, Barquinha TP, Pimentel A, Goncalves A, Marques A, Pereira L, R. Martins R. *Thin Solid Films*, 2005; 487; 205.
4. Hosono E, Fujihara S, Kimura T. *Electrochem. Solid State Lett.* 7, 2004; 49.
5. Cao H, Wu JY, Ong HC, Dai JY, Chang RPH. *Second harmonic generation in laser ablated zinc oxide thin films; Appl. Phys. Lett.* 73, 1998; 572-574.
6. Ebothe J, Miedzinski R, Kapustianyk V, Turko B, Gruhn W, Kityk IV. *Optical SHG for ZnO films different morphology stimulated by UV-laser thermotreatment: XIII International Seminar on Physics and Chemistry of Solids. J. of Physics: Conf. Series* 79, 2007; 012001-1-8.

7. Lee SY, Shim ES, Kang HS, Pang SS, Kang JS. *Thin Solid Films* 473, 2005; 31
8. Kapustianyk V, Turko B, Kostruba A, Sofiani Z, Derkowska B, Dabos-
9. Seignon S, Barwinski B, Eliyashevskiy Yu. *Influence of size effect and optical properties of ZnO thin films*, *Optics Communications*, 2007; 269, 346-350.