

2. Li W. et al. Surface Design for Antibacterial Materials: From Fundamentals to Advanced Strategies // Adv. Sci. John Wiley & Sons. 2021. Vol. 8, № 19. P. 2100368. doi.org/10.1002/advs.202100368.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА ТОНКИХ ПЛЁНОК BiFeO_3 И $\text{Bi}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{FeO}_3$ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

В. В. Сидский, А. В. Семченко, С. А. Хахомов, А. А. Маевский, К. Д. Данильченко

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, alina@gsu.by*

Феррит висмута (BiFeO_3) — мультиферроик, сочетающий сегнетоэлектрические и ферромагнитные свойства. Благодаря этому он применяется в суперконденсаторах, солнечных элементах, натрий-ионных аккумуляторах и запоминающих устройствах. Среди методов его получения золь-гель синтез отличается простотой, контролируемой морфологией и структурой, а также сниженной температурой обработки [1].

В настоящей работе методом золь-гель синтеза были получены тонкие пленки BiFeO_3 и $\text{Bi}_{0.9}\text{La}_{0.1}\text{FeO}_3$. Слои формировали по методике с использованием отдельного гидролиза нитратов соответствующих металлов с лимонной и азотной кислотами и добавлением 2-метоксиэтанолamina для стабилизации вязкости золя [2]. Пленки наносили на подложки методом центрифугирования (~2000 об/мин), с промежуточным отжигом при 250 °С. Финальный отжиг проводился при 500, 550 и 600 °С.

После высокотемпературной обработки (600–700 °С) все образцы продемонстрировали потери массы менее 1 %, что свидетельствует о стабильности состава. Для уточнения структурных особенностей проведён рентгенофазный анализ в диапазоне $2\theta = 10\text{--}100^\circ$ [3].

Анализ дифрактограмм выявил наличие трёх фаз: BiFeO_3 , $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ и металлического Bi. Основные параметры кристаллической решётки приведены в таблице 6.1. Установлено:

- BiFeO_3 формирует ромбоэдрическую решётку с наибольшим объёмом элементарной ячейки (0,432–0,466 нм³);
- при замещении Bi^{3+} на La^{3+} объём ячейки уменьшается вследствие меньшего ионного радиуса La^{3+} , что подтверждает термодинамическую предпочтительность замещения;
- при повышении температуры отжига исчезает расщепление пиков $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ и Bi, что свидетельствует об уменьшении искажений в решётке;
- объёмы кристаллитов BiFeO_3 растут с температурой отжига, тогда как параметры кристаллитов Bi остаются неизменными.

Таким образом, золь-гель метод обеспечивает получение однофазных плёнок BiFeO_3 с контролируемой кристаллической структурой и возможностью модификации её параметров за счёт легирования и температурной обработки.

Список литературы

1. Desu S. B., Vijay D. P. Novel fatigue-free layered structure ferroelectric thin films // Materials Science and Engineering: B. – 1995. – Vol. 32., No. 2. P. 75-81.
2. Nanoscale Piezoelectric Properties and Phase Separation in Pure and La Doped BiFeO_3 Films Prepared by Sol–Gel Method / A. V. Semchenko, V. V. Sidsky, I. Bdikin, V. E. Gaishun, S. Kopyl, D. L. Kovalenko, O. Pakhomov, S. A. Khakhomov, A. L. Kholkin // Materials. – 2021. – № 14 (7). – P. 1694 (1–11).
3. Hench L. L., West J. K. The sol-gel process // Chem. Rev. – 1990. – Vol. 90, No. 1. P. 33-72. <http://dx.doi.org/10.1021/cr00099a003>.