

## ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> С РАЗЛИЧНОЙ МОРФОЛОГИЕЙ

Рябкова Е.А. (Университет ИТМО), Сокура Л.А. (Университет ИТМО), Иванов А.Ю. (Университет ИТМО), Дорогов М.В. (Университет ИТМО),

Консультант – Сокура Л.А. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – доктор ф.-м.н., профессор Романов А.Е. (Университет ИТМО)

**Введение.** Оксид галлия является перспективным широкозонным полупроводником, обладающим широкими возможностями использования в различных оптоэлектронных устройствах, например в различных сенсорах, детекторах, дисплеях и т.д. [1-3]. За последние несколько лет благодаря редкому сочетанию в оксиде галлия хороших механических и электрических свойств интерес к исследованиям этого материала значительно вырос, так, основными преимуществами данного материала являются большая ширина запрещенной зоны 4,5–5,3 эВ, высокая диэлектрическая проницаемость и низкие токи утечки [1,2]. Актуальными для применения в устройствах оптоэлектроники являются не только объемные кристаллы и эпитаксиальные пленки оксида галлия, но также и нано- и микрочастицы, обладающие высокой фотокаталитической активностью.

**Основная часть.** Характеристики получаемых наночастиц определяются не только материалом, из которых они сделаны, но также и их морфологией. Одним из методов получения дисперсных частиц является метод химического синтеза, который позволяет получать частицы разного размера и различной морфологии.

В данной работе частицы  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> были синтезированы в результате взаимодействия водного раствора нитрата галлия и различных щелочей: водных растворов аммиака (NH<sub>3</sub>), гидроксида натрия (NaOH), гидроксида калия (KOH) и гидроксида лития (LiOH). После смешивания растворов в каждом образце наблюдался белый осадок, который подвергался выпариванию. Для этого все полученные растворы нагревались до 105 °С и выдерживались до полного испарения воды. Затем, для получения дисперсных частиц полученные осадки отжигали на воздухе при температуре 900 °С в течение часа. Для варьирования размеров частиц и изменения их морфологии изготавливались растворы с различным соотношением щелочи к нитрату галлия (Щ/Г) - от 0 (что соответствует раствору без щелочи) до 15.

При помощи рентгеновской дифрактометрии показано, что кристаллическая решетка полученных частиц соответствует  $\beta$ -фазе оксида галлия. Однако в образцах, исходные растворы которых не содержали щелочи, обнаружен лишь аморфный осадок.

Исследование методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) показало различие формы и размера синтезируемых частиц при использовании различных щелочей. Так, при использовании аммиака частицы обладают эллипсоидной формой с длиной и диаметром частиц до  $1,7 \pm 0,3$  мкм и  $0,7 \pm 0,2$  мкм и слоистой структурой, характерной для оксида галлия. При использовании гидроксидов натрия и калия частицы имеют форму вытянутых наностержней с длиной до  $6 \pm 0,3$  мкм. При синтезе частиц с использованием гидроксида лития в качестве прекурсора, дисперсных наночастиц получить не удалось, в структуре материала отдельные частицы выраженной формы не наблюдаются.

**Выводы.** В результате исследования были получены частицы с различной морфологией и показана зависимость формы и размера частиц от типа и концентрации щелочи.

Результаты данной работы могут быть использованы для разработки методов химического синтеза дисперсных частиц оксида галлия, пригодных для использования в качестве материала фотокатализаторов.

Работа выполнена в рамках исследовательской программы научной школы «Теория и практика перспективных материалов и устройств оптоэлектроники и электроники» (науч. школа 5082.2022.4).

**Список использованных источников:**

1. Liu Y. et al. Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> field-effect-transistor-based solar-blind photodetector with fast response and high photo-to-dark current ratio // IEEE Electron Device Letters. – 2018. – Vol. 39 – № 11. – P. 1696–1699.
2. Higashiwaki M. B-GA<sub>2</sub>O<sub>3</sub> material properties, growth technologies, and devices: A Review // AAPPS Bulletin. – 2022. – Vol. 32 – № 1.
3. Ahmadi E., Oshima Y. Materials issues and devices of  $\alpha$ - and  $\beta$ -ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> // Journal of Applied Physics. – 2019. – Vol. 126 – № 16. – P. 160901.