

УДК 548.55

**ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ ОБЪЕМНЫХ КРИСТАЛЛОВ  
(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ИЗ РАСПЛАВА МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО**

**Спиридонов В.А.** (Университет ИТМО), **Панов Д.Ю.** (Университет ИТМО)

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

В работе получены кристаллы (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> методом Чохральского. Проведено исследование качества полученных кристаллов методом рентгеновской дифракции, а также произведено исследование плотности дислокаций методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ).

**Введение.**

Оксид галлия и твердый раствор (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> является современным перспективным полупроводниковым материалом для изготовления нового поколения приборов силовой электроники. Достоинствами оксида галлия являются большая величина запрещенной зоны (~ 4.8 эВ для стабильной β-фазы Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), высокое напряжение электрического пробоя (более 9 МВ/см), а также возможность получения объемных кристаллов относительно недорогими и несложными методами, как, например, вытягивание из расплава методом Чохральского. Добавление алюминия в состав β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> позволяет, в зависимости от концентрации алюминия, увеличить эти характеристики. Объемный кристалл (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> перспективен с точки зрения создания подложек для дальнейшего создания приборов на их основе, в связи с чем возникают повышенные требования к качеству получаемых кристаллов. В работе представлены последние результаты экспериментов по получению объемных кристаллов (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Основная часть.** Кристаллы (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> были получены методом Чохральского в ростовой установке Ника-3. В качестве исходного материала использовались порошки Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> чистоты 5N. Для получения расплава использовался иридиевый тигель. Образцы синтезировались в замкнутой системе с постоянной атмосферой. Атмосфера представляла собой смесь 95% аргона и 5% кислорода. В качестве затравки использовались кристаллы (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, выращенные на сапфировой затравке.

По данным исследования методом рентгеновской дифракции отражения от плоскостей с наибольшей интенсивностью во всех образцах соответствовали углу  $2\theta = 30,095^\circ$ , что является отражением для плоскости (400) β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Наличие нескольких отдельных пиков отражения в некоторых образцах при (ω)-сканировании обусловлено несовершенством сколотой поверхности образца – присутствием на ней ступеней в плоскости (100). Асимметрия пиков указывает на наличие в структуре материала микроблоков, развернутых относительно направления [100]. Малые значения полуширин кривой дифракционного отражения (КДО) от отдельных блоков (в пределах 85") указывают на высокое кристаллическое совершенство каждого отдельного блока (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при  $x=0,00\dots0,2305$ .

В результате исследования методом ПЭМ в образцах были найдены участки, в которых плотность дислокаций была ниже разрешающей способности метода, а именно, меньше 10<sup>4</sup> см<sup>-2</sup>. С учетом локальности метода ПЭМ в образцах для пробподготовки и исследования были взяты участки из разных областей монокристаллов для подтверждения результата.

**Выводы.** В работе были выращены кристаллы (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и исследована их кристаллическая структура. Исследование методом рентгеновской дифракции показало наличие β-фазы оксида галлия, а значение КДО указывает на высокое качество полученных кристаллов. Исследование методом ПЭМ показало низкую плотность дислокаций в полученных кристаллах.

Спиридонов В.А. (автор)

Подпись

Романов А.Е. (научный руководитель)

Подпись