

1. H. Xian-Hong, L. Ning, S. Jian-Hua, G. Ming-Yun. J. Mater. Sc., 44, 4763-4775 (2009).
2. C. Chen, P. Yang, G. King, E. Tegtmeier. J. Am. Ceram. Soc., 99, №2, 424-430 (2016).
3. N.S. Akhmadullina, A.S. Lysenkov, A.A. Ashmarin, Yu.F.Kargin, A.V. Ishchenko, V.V. Yagodin, B.V. Shulgin. Inorganic materials, 35, №5, 529-537 (2015).
4. N.S. Akhmadullina, A.S. Lysenkov, A.A. Ashmarin, A.E. Baranchikov, A.V. Ishchenko, V.V. Yagodin, B.V. Shulgin, Yu. F. Kargin. Ceramic International, 42, 286-293 (2016).

ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КИСЛОРОД-СВЯЗАННЫХ ДЕФЕКТОВ В СУБМИКРОННОМ ПОРОШКЕ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Чайкин Д.В.*, Вохминцев А.С., Афонин Ю.Д., Чукин А.В.,
Мартемьянов Н.А., Вайнштейн И.А.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: d.v.chaikin@urfu.ru

ELECTROLUMINESCENCE OF OXYGEN-RELATED DEFECTS IN ALUMINUM NITRIDE SUBMICRON POWDER

Chaikin D.V.*, Vokhmintsev A.S., Afonin Y.D., Chukin A.V.,
Martemyanov N.A., Weinstein I.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Abstract. Submicron powder of single-crystalline AlN was synthesized by CVD technique. It was shown that high-field electroluminescence (EL) is registered in violet spectral range and is a superposition of two Gaussian bands with 2.85 and 3.15 eV maximums. Experimental field dependencies were analyzed using Fowler-Nordheim and Poole-Frenkel models. It was substantiated that observed EL is caused by radiative transitions with the involvement of oxygen-related centers.

Нитрид алюминия обладает шириной запрещенной зоны ≈ 6.2 эВ и является перспективным материалом для создания эмиттеров и генераторов фотонного излучения УФ и видимого диапазонов. Возможность контроля степени дефектности в процессе роста различных структурных модификаций AlN позволяет разрабатывать на его основе широкий класс устройств нанофотоники и оптоэлектроники. Данная работа посвящена синтезу и исследованию спектральных особенностей предпробойной электролюминесценции (ЭЛ) в субмикронном порошке монокристаллического нитрида алюминия.

В работе исследуются образцы AlN, полученные методом газофазного осаждения. Аттестация на растровом электронном микроскопе Carl Zeiss Sigma VP

показала, что частицы порошка имеют характерные размеры 0.1 – 2.0 мкм и представляют собой гексагональные призмы правильной геометрической формы, а также комбинации призмы с дипирамидой. По результатам химического анализа установлено, что монокристаллические субмикрочастицы характеризуются нестехиометрией по алюминию с соотношением Al : N \approx 0.9 : 1. Основными примесями являются кислород (1.6 ат. %) и кремний (0.5 ат. %). Согласно данным рентгеноструктурного анализа с помощью дифрактометра X'PertPro MPD PANalytical полученный субмикронный порошок имеет вюрцитную структуру.

Исследование предпробойной ЭЛ проводилось при варьировании амплитуды напряженности электрического гармонического поля частотой 2 кГц в диапазоне $E = 3.3 - 11.7$ В/мкм. Для возбуждения ЭЛ использовались цифровой генератор NI PXI-5422, высоковольтный усилитель Aktakom AVA-1810 и оригинальная ЭЛ-ячейка. Расстояние между электродами ЭЛ-ячейки и толщина люминесцирующего слоя составляли 30 мкм. Контроль за напряженностью электрического поля осуществлялся с помощью цифрового мультиметра NI PXI-4071. Регистрация свечения выполнялась с использованием спектрометра Perkin Elmer LS55 в диапазоне 2 – 4 эВ.

Показано, что ЭЛ сигнал регистрируется преимущественно в фиолетовой области спектра и представляет собой одиночную полосу с максимумом ≈ 3.1 эВ и полушириной ≈ 0.75 эВ. Установлено, что при увеличении E до 10 В/мкм интенсивность ЭЛ возрастает в ≈ 60 раз и выходит на насыщение при $E > 10$ В/мкм. Все спектры ЭЛ были численно описаны (коэффициент детерминации $R^2 > 0.997$) суперпозицией двух компонент гауссовой формы с максимумами при 2.84 ± 0.06 и 3.15 ± 0.04 эВ и с полуширинами 0.79 ± 0.06 и 0.80 ± 0.05 эВ, соответственно. В рамках моделей Фаулера-Нордгейма и Пула-Френкеля для указанных компонент выполнен анализ экспериментальных зависимостей максимальной интенсивности ЭЛ от напряженности E . С учетом независимых данных обосновано предположение, что наблюдаемое предпробойное свечение формируется излучательными переходами с участием кислород-связанных центров.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ (СП-3437.2015.1).