

ОСОБЕННОСТИ ЭКЗОЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Чайкин Д.В.*, Слесарев А.И., Вохминцев А.С., Вайнштейн И.А.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

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

FEATURES OF EXOELECTRON EMISSION IN ALN SINGLE CRYSTALS

Chaikin D.V.*, Slesarev A.I., Vokhmintsev A.S., Weinstein I.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The processes of photo- (PSEE) and thermally stimulated exoelectron emission (TSEE) in bulk AlN single crystals were preliminary investigated. It was shown that there is a monotonic growth of PSEE current under photostimulation energy > 4.75 eV. It was observed that TSEE peaks in electrons irradiated sample shifted to the low temperature region by 30 K as compared to the irradiation by photons. The electron origin of shallow traps active in AlN single crystals was manifested.

Благодаря широкой запрещенной зоне ≈ 6.2 эВ, высокой теплопроводности и отрицательному сродству к электрону, нитрид алюминия является перспективным материалом для создания электронных эмиттеров с холодным катодом. Известно, что ток эмиссии определяется морфологией структуры и поверхностными дефектами, на основе которых формируются ловушки носителей заряда. Данная работа посвящена исследованию процессов фото- (ФСЭЭ), термостимулированной экзоэлектронной эмиссии (ТСЭЭ) и термолюминесценции (ТСЛ) в объемных монокристаллах AlN.

Исследовались образцы монокристаллического нитрида алюминия («Nitride Crystals» Ltd.), которые были получены методом сублимации-реконденсации при температурах 2173 – 2373 К и представляли собой диски диаметром 14 мм и толщиной 0.41 мм. Спектры ФСЭЭ, а также кривые ТСЭЭ и ТСЛ получены на оригинальной установке при давлении $\approx 10^{-6}$ Па. Предварительно исследуемые образцы облучались фотонным или корпускулярным излучением с использованием дейтериевой лампы ЛД-1 (мощность – 400 Вт) и импульсной электронной пушки МИРА-2Д (энергия – 150 кэВ, плотностью тока – 150 А/см², длительность импульсов – 10 нс, частота следования импульсов – 15 Гц). Спектры ФСЭЭ регистрировались при стимуляции образцов монохроматическим УФ-излучением в диапазоне энергий $E_{\text{exc}} = 6.2 - 4.1$ эВ (200 – 300 нм). Спектры ФСЭЭ нормировались на спектральную эффективность источника излучения. Кривые ТСЭЭ и ТСЛ регистрировались одновременно после облучения фотонами с энергией 5.4 эВ (230 нм) в течение 60 с или электронами в течение 15 с при скорости нагрева 0.4 К/с в диапазоне температур 300 – 573 К. Ток эмиссии измерялся вторичным электронным умножителем ВЭУ-6. Люминесценция регистрировалась солнечно-

слепым фотоэлектронным умножителем ФЭУ-142 с границами чувствительности в УФ- и ВУФ-областях спектра.

На основе анализа спектров ФСЭЭ показано, что наблюдается монотонное возрастание тока эмиссии с увеличением $E_{\text{exc}} > 4.75$ эВ. Указанное поведение удовлетворительно согласуется с особенностями спектров оптического поглощения (ОП) исследуемых образцов. При облучении фотонами и электронами в ТСЭЭ и ТСЛ зависимостях регистрируются два пика в интервалах 300 – 350 К и 350 – 430 К. Установлено, что при облучении электронами интенсивность ТСЭЭ и ТСЛ пиков значительно возрастает, а положения максимумов сдвигаются на ≈ 30 К в область более низких температур. Выполнено сравнение полученных экспериментальных результатов с исследованиями спектров ОП и спектрально-разрешенной ТСЛ для исследуемых образцов. Установлено, что мелкие ловушки в монокристаллах нитрида алюминия демонстрируют электронную природу. Проведен анализ природы дефектов и механизмов наблюдаемых процессов экзоелектронной эмиссии и термостимулированной люминесценции в монокристаллах нитрида алюминия.

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

ОЦЕНКА ШИРИНЫ ЗАПРЕЩЕННОЙ ЗОНЫ НАНОТУБУЛЯРНЫХ СТРУКТУР АНОДИРОВАННОГО ZrO_2

Кожевина А.В.^{1*}, Вохминцев А.С.¹, Камалов Р.В.¹, Вайнштейн И.А.^{1,2}

¹Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

²Институт химии твердого тела УрО РАН, Екатеринбург

*E-mail: a.v.kozhevina@yandex.ru

ENERGY GAP ESTIMATION FOR ANODIZED ZrO_2 NANOTUBULAR STRUCTURES

Kozhevina A.V.^{1*}, Vokhmintsev A.S.¹, Kamalov R.V.¹, Weinstein I.A.^{1,2}

¹Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²Institute of Solid State Chemistry, Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia

Annotation. Nanotubular samples of zirconium dioxide were synthesized by anodic oxidation in electrolyte of ethylene glycol aqueous solution. As-grown and annealed at 400 °C structures consist of tetragonal and monoclinic ZrO_2 according to XRD analysis. Energy gap width of $E_g \approx 5.2$ and 5.5 eV was evaluated allowing for direct forbidden transitions for original and heat-treated oxides, respectively.

Наноструктурные модификации ZrO_2 имеют высокий потенциал для использования в солнечной энергетике, фотовольтаике и оптоэлектронике. Оптическая