

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ САПФИРА, ОБЛУЧЕННЫХ ИМПУЛЬСНЫМ ИОННЫМ ПУЧКОМ Fe¹⁰⁺

Рамазанова Г.Р.¹, Ананченко Д.В.¹, Никифоров С.В.¹, Карипбаев Ж. Т.²

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²⁾ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
г. Нур-Султан, Казахстан

E-mail: Ramazanova_Guzallia@mail.ru

LUMINESCENT PROPERTIES OF SAPPHIRE SINGLE CRYSTALS IRRADIATED WITH FE¹⁰⁺ ION BEAM

Ramazanova G.R.¹, Ananchenko D.V.¹, Nikiforov S.V.¹, Karipbaev Zh.T.²

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²⁾ L.N.Gumilyev Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

The F-type defects creation in sapphire single crystals irradiated with a pulsed ion beam Fe¹⁰⁺ (200 keV) was observed from the spectra of optical absorption. TL of irradiated crystals has a complex shape and consists of five components with a maximum of 180 oC, 210 oC, 245 oC, 300 oC и 370 oC.

Монокристалл α -Al₂O₃ благодаря повышенной радиационной стойкости используется в качестве подложки интегральных микросхем, используемых на АЭС и в космосе [1]. Воздействие мощного корпускулярного излучения может приводить к образованию радиационно-индуцированных дефектов в сапфире, которые влияют на его функциональные свойства. Одним из таких типов излучений является импульсное ионное облучение, широко применяемое для модификации свойств оптических материалов [2]. Целью данной работы является изучение влияния импульсного облучения пучком ионов Fe¹⁰⁺ на люминесцентные свойства монокристаллов сапфира.

В данной работе были исследованы высокочистые (содержание Ti и Cr не превышало 0.5 ppm) прозрачные пластины сапфира, подвергнутые импульсному ионному облучению пучком Fe¹⁰⁺ (200 кэВ) на ускорительном комплексе DC-60. С использованием программы SRIM (TRIM) был рассчитан пробег ионов Fe¹⁰⁺ сапфире: R=690 Å. Поглощенные кристаллом дозы составляли: 1.2·10⁶ Гр, 12·10⁶ Гр и много больше 12·10⁶ Гр. Спектры оптической поглощения (ОП) регистрировались с использованием двухлучевого спектрофотометра Lambda 35 в спектральном диапазоне 190-900 нм. Измерения термолюминесценции (ТЛ) производились в режиме линейного нагрева со скоростью 2oC/c, ТЛ регистрировалась в двух диапазонах длин волн: 290 - 365 нм (ФЭУ-142) и 290 - 650 нм (ФЭУ-130).

В спектрах ОП наблюдается увеличение оптической плотности в полосах F (6.0 эВ) и F⁺-центров (6.3, 5.4 и 4.8 эВ) с ростом поглощенной дозы. Облучение импульсным ионным пучком приводит также к возникновению ТЛ сложной

формы. Полученные кривые были разложены на компоненты с использованием уравнения кинетики общего порядка [3]. Согласно полученным результатам, кривые ТЛ (Рис. 1), измеренные в спектральном диапазоне 290 – 365 нм, содержат пять компонент с максимумами при 180, 210, 245, 300 и 370 °С. Погрешность аппроксимации оценивали по значению FOM-фактора, который принимал значение 4.5 %, что указывает на корректность полученных результатов.

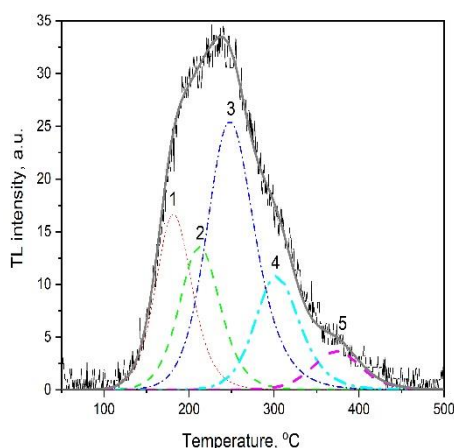


Рис.1 Разложение ТЛ сапфира, облученного импульсным ионным пучком Fe^{10+} $1.2 \cdot 10^6$ Гр, на компоненты

Для каждой компоненты ТЛ был получен набор кинетических параметров: порядок кинетики, энергетическая глубина ловушки и частотный фактор. В работе обсуждается изменение кинетических параметров ТЛ с ростом поглощенной дозы. Приводится интерпретация и анализ полученных результатов с учетом известных данных для термохимически окрашенных анион-дефектных монокристаллов оксида алюминия [4] и стехиометрического сапфира, подвергнутого непрерывному ионному облучению.

1. Dobrovinskaya E. R., Lytvynov L. A., Pishchik V. Sapphire: material, manufacturing, applications, Springer Science and Business Media (2009).
2. Rizza G., Ridgway M. C., Ion Beam Modification of Solids. Ion-Solid Interaction and Radiation Damage, Springer, (2016).
3. McKeever S.W.S., Thermoluminescence of Solids. Cambridge University Press (1985).
4. Nikiforov S. V. et al., Technical Physics, 59, 245-249 (2014)