

ИМПУЛЬСНАЯ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ YSZ КЕРАМИКИ С ЕВРОПИЕМ

П.Д. ЖВАКИНА, С.А. СТЕПАНОВ

Томский политехнический университет

E-mail: zhvakinapd@gmail.ru

С каждым годом возрастает интерес к керамике на основе иттрий-стабилизированного диоксида циркония (YSZ). Расширяются области её применения. Этот материал сочетает в себе высокие механические и функциональные свойства, он прозрачен для электромагнитного излучения в широком диапазоне длин волн и обладает высоким показателем преломления (около 2,2 в видимой области спектра). Одним из вариантов улучшения свойств керамических материалов является добавка к YSZ третьего компонента, что может привести к изменению структуры. В связи с этим использование YSZ керамики представляется перспективным в оптоэлектронике, для производства новых источников света и в квантовой оптике. В настоящее время прозрачную и светопропускающую керамику на основе диоксида циркония получают в основном методами горячего прессования и электроимпульсного плазменного спекания.

Дефекты, как собственные, так и примесные во многом определяют оптические и люминесцентные свойства, поэтому изучению их природы необходимо уделять особое внимание. В работе [1] было установлено существование в иттрий стабилизированных циркониевых кристаллах нескольких эмиссионных центров, которые могут быть связаны с анионными вакансиями. В спектрах при лазерном возбуждении наблюдаются полосы излучения в области 460 нм (2,69 эВ), 550 нм (2,25 эВ) и 600 нм (2,07 эВ), связанные с F^+ , F_A^+ , F_{AA}^+ . Вакансии в структуре центров F_A^+ , F_{AA}^+ , по предположению авторов связаны с одним и двумя ионами Y с ближайших соседних узлов решетки. В работе [2] было доказано, что за свечение в области 580 (2.13 eV) нм (при возбуждении в полосе 302 нм) отвечают F-центры. В основном, изучены центры люминесценции в монокристаллах или порошках стабилизированного оксида циркония. Люминесценция ZrO_2 стабилизированного иттрием в поликристаллическом состоянии изучена слабо. Авторы [3] изучали фотолюминесцентные свойства керамики на основе тетрагонального и кубического диоксида циркония. Было установлено, что три типа вакансионно-связанных дефектов присутствует в керамике YSZ, спектры фотолюминесценции тетрагонального и кубического диоксида циркония отличаются соотношением интенсивностей полос свечения каждого типа центров. Целью данной работы было изучение импульсной фотолюминесценции керамики изготовленной методом SPS на основе иттрий стабилизированного диоксида циркония активированного европием.

Для изготовления образцов светопропускающей керамики был использован коммерческий гранулированный нанопорошок иттрий стабилизированного диоксида циркония марки TZ-10YS (TOSOH, Япония). Доля стабилизатора Y_2O_3 составляла 10 мол.%. Изготовление керамики осуществлялось на установке SPS-515S (Syntex Inc., Япония). В качестве допанта был использован оксид европия Eu_2O_3 (Неваторг, Россия). В результате спекания были получены керамические образцы цилиндрической формы, высотой 1 мм, диаметром 9 мм. Образцы были подвергнуты атмосферному отжигу при температурах 700-1300 °С.

Для измерения фотолюминесценции в качестве источника возбуждения использовался светодиод ($\lambda_{возб} = 278$ нм) и азотный лазер (длительность импульса на полувывсоте ~ 7 нс, $\lambda_{возб} = 337,1$ нм). Кинетика затухания свечения регистрировались посредством приемного устройства Hamamatsu h10720-20 и цифрового осциллографа Tektronix DPO3034 (300 МГц) с использованием монохроматора MDR-204 (спектральный диапазон 200-2000 нм, линейная дисперсия 1,3 нм/мм). Временное разрешение составляло 2 нс.

Результаты исследования фотолюминесценции серии образцов YSZ керамики отожженных при 700-1300 °С представлены на рис. 1.

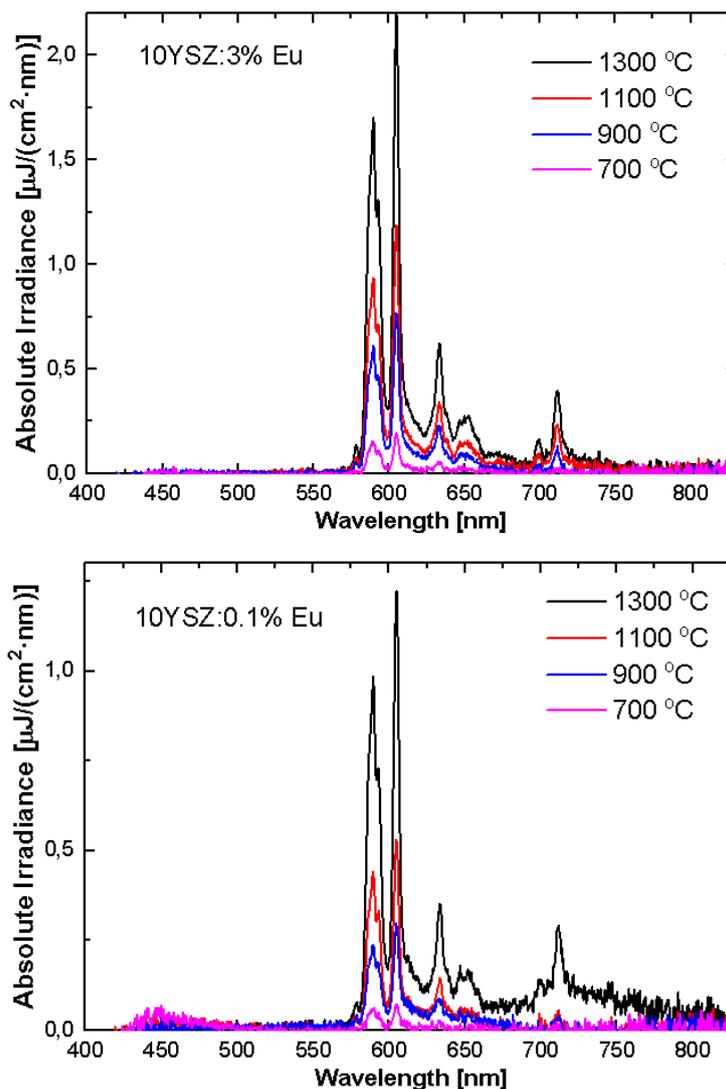


Рисунок 1 – Спектры фотолуминесценции образцов YSZ керамики (длина волны возбуждения 278 нм) с различным содержанием Eu_2O_3 после атмосферного отжига при 700-1300 °С

Исследования фотолуминесценции YSZ керамики активированной европием показывают концентрационное тушение собственного излучения диоксида циркония стабилизированного иттрием. С увеличением концентрации европия наблюдается рост полос излучения характерных иона европия с зарядовым состоянием $3+$. Сложный состав спектра фотолуминесценции свидетельствует в пользу богатого дефектного состава.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 17-13-01233.

Список литературы

1. Petrik N. G., Taylor D. P., Orlando T. M. // J. of Applied Physics – 1999. – V.86. – P. 6770–6776.
2. Wachsman E.D., Jiang N., Frank C.W., Mason D.M., Stevenson D.A. // Applied Physics A Solids and Surfaces – 1990. – V.50. – P. 545–549.
3. Paje S.E., Llopis J. // J. of Physics and Chemistry of Solids – 2009. – V.55. – P. 671–676.