

ЭФФЕКТИВНОСТЬ YAG:СЕ КЕРАМИКИ ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ОДНООСНОГО ПРЕСОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

О.А. АВЕРКОВА, А.М. СЫДЫГАЛИЕВА, С.А. СТЕПАНОВ

Томский политехнический университет

E-mail: ivanov@tpu.ru

В настоящее время, значительное внимание уделяется исследованиям керамик на основе YAG, легированного редкоземельными металлами из ряда Ce, Nd, Eu, Dy, Yb, среди которых наибольший интерес вызывает иттрий алюминиевый гранат, легированный церием. Он является перспективным материалом для производства белых светоизлучающих диодов. В технологиях на основе неорганических люминофоров изготавливают компаунд (полимерный композит, состоящий из готового люминофора, органической основы и стабилизирующих добавок). Такой подход существенно усложняет и удорожает процесс получения излучающего прибора. Кроме того, наличие органических ингредиентов приводит к снижению светоотдачи, а высокие температуры, необходимые для полимеризации негативно сказываются на светотехнических характеристиках светодиода. В связи с этим, актуальным для производства белых светодиодов представляется использование керамических преобразователей излучения, которые лишены данных недостатков. Целью данной работы является исследование кинетических характеристик YAG:Ce керамик изготовленных на основе синтезированных люминофоров и оценка энергетической эффективности свечения данных керамических материалов.

Люминофор был синтезирован методом высокотемпературного твердофазного синтеза в восстановительной атмосфере. Данный метод требует повторных циклов нагревания при высокой температуре до 1600 °C для усиления взаимной диффузии и достижения однородного однофазного сплава. Все реагенты были химически чистыми Al₂O₃ (99,99%), Y₂O₃ (99,99%), CeO₂ (99,99%). Более подробно процедура используемая для синтеза описана в [1]. Для изготовления образцов светопропускающей керамики был использован синтезированный люминофор.

Формование порошка осуществляли методом холодного статического одноосного прессования в стальных пресс-формах на автоматическом прессе ИП-500 АВТО (ЗИПО, Россия). При прессовании часть образцов подвергалась ультразвуковому воздействию (УЗ). После чего полученные таблетки поместили в муфельную печь и подвергали атмосферному отжигу при температурах от 1550 до 1700 C. В результате был получен керамический образец цилиндрической формы, высотой 1,1 мм, диаметром 9 мм, пропускающий свет. Механическая обработка поверхности образца проводилась при помощи шлифовально-полировальной системы EcoMet 300 Pro (Buehler, Германия) с применением алмазных суспензий MetaDi (Buehler, Германия).

Для измерения импульсной фотолюминесценции в качестве источника возбуждения использовался светодиод (длительность импульса на полувысоте ~15 нс, $\lambda_{\text{возб}} = 447$ нм) и азотный лазер (длительность импульса на полувысоте ~7 нс, $\lambda_{\text{возб}} = 337,1$ 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.

Интегральную спектральную эффективность измеряли с использованием интегрирующей сферы и калиброванного спектрофотометра AvaSpec-3648 (200 – 1100 нм, обратная линейная дисперсия 1,2 нм/мм). Возбуждение образца также осуществлялось потоком проинтегрированным сферой. Интегральную спектральную эффективность определяли как отношение интегрального потока излученного образцом к интегральному потоку поглощенному образцом.

На рис. 1 представлены кинетические характеристики затухания люминесценции при возбуждении светодионом (b) и азотным лазером (a). Длина волны зондирования составляет 540 нм, что соответствует максимуму свечения данных материалов. Из представленных кинетических зависимостей видно, что для всех образцов затухание может быть описано экспоненциальным законом. При возбуждении азотным лазером характерное время затухания составило 67 нс. В то время как при диодном возбуждения 63 нс. Это обусловлено различными каналами диссипациями энергии возбуждения. Вместе с тем данные кинетические характеристики являются характерными для наших материалов [1].

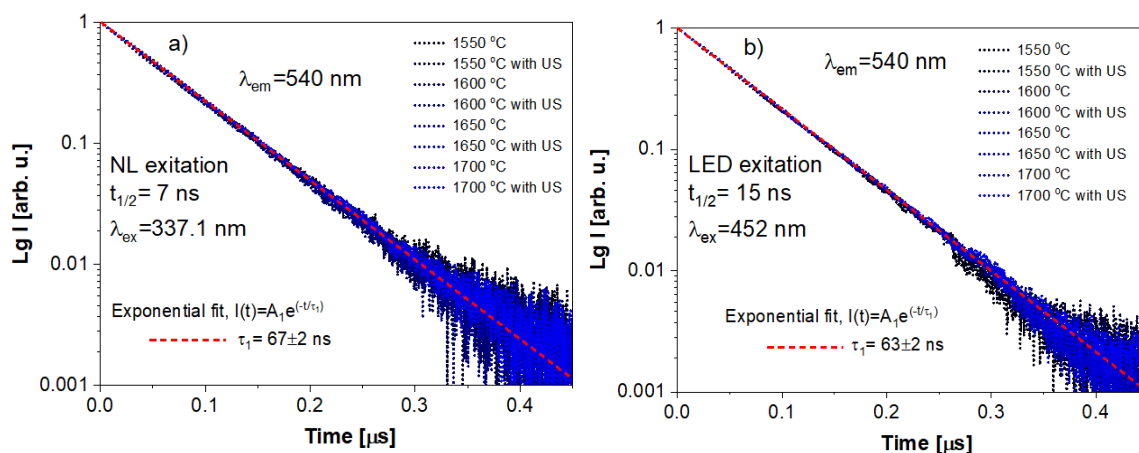


Рисунок 1 – Кинетические характеристики затухания фотолюминесценции для всех синтезированных образцов керамик.

На рис. 2 представлены результаты измерения отражения керамических образцов и энергетической эффективности. С увеличением температуры атмосферного обжига наблюдается уменьшение отражения (рис. 2a). При чем для образцов с УЗ и без характер одинаков. Результаты оценки эффективности (рис.2b) показывают, что воздействие УЗ положительно влияет на энергетическую эффективность люминесценции. Так при температуре обжига 1650 С энергетическая эффективность образца с УЗ оказалась выше на 8%. Вместе с тем следует отметить, что при температуре 1550 С и 1700 С разницы в энергетической эффективности не обнаружено.

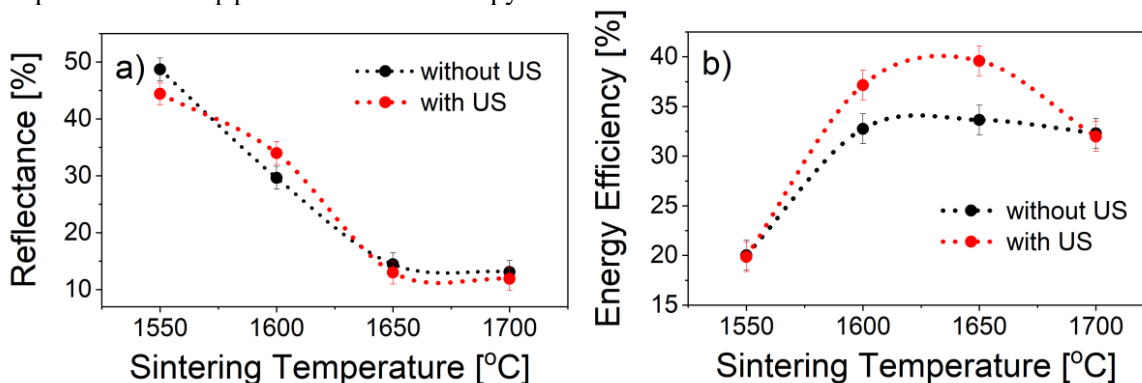


Рисунок 2 – Зависимости коэффициента отражения (a) и энергетической эффективности (b) от температуры атмосферного отжига для керамических образцов с УЗ воздействием и без.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-43-703014 p_мол_a.

Список литературы

1. Valiev D., Han T., Vaganov V., Stepanov S. // J. Phys. Chem. Solid. – 2018. – V.116. – P.1–6.