

УДК 666

**ЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ MgAl_2O_4 , АКТИВИРОВАННАЯ
ИОНАМИ ЕВРОПИЯ ПЕРЕМЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ**Линь Чаолу, В.Д. Пайгин

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Д.Т. Валиев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: chaolul@tpu.ru **MgAl_2O_4 CERAMICS DOPED WITH DIFFERENT EUROPIUM IONS CONCENTRATION**Lin Chaolu, V.D. Paygin

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. D.T. Valiev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: chaolul@tpu.ru

Abstract. MgAl_2O_4 ceramics doped with Eu^{3+} ions was prepared by the SPS method. Its crystal structure and luminescent properties have been studied. The X-ray diffraction spectrum showed that the two-phase structure of MgAl_2O_4 and AlEuO_3 appeared after the doped Eu concentration exceeded 3%. There are several emission bands in the luminescence spectrum of the MgAl_2O_4 : Eu ceramics were recorded. The nature of luminescent centers and decay time parameters discussed in detail.

Введение. На сегодняшний день, текущие исследования MgAl_2O_4 : Eu^{3+} в основном посвящены получению и исследованию порошков шпинели [1]. В литературе отсутствуют систематические исследования по синтезу керамики MgAl_2O_4 : Eu^{3+} , оптимальной концентрации легирования и характеристикам люминесценции. В данной работе методом спарка плазменного спекания синтезирована люминесцентная керамика на основе MgAl_2O_4 , активированная ионами Eu^{3+} . Цель работы заключается в исследовании влияния концентрации ионов европия на структурные и люминесцентные свойства керамических образцов MgAl_2O_4 : Eu^{3+} .

Экспериментальная часть. Исходным материалом для люминесцентной MgAl_2O_4 -керамики служил коммерчески доступный нанопорошок шпинели MgAl_2O_4 (Baikowski Malakoff Inc., США, чистота выше 99,999%, средний размер частиц 200 нм). Для изготовления керамики использовали порошки редкоземельных элементов Eu_2O_3 (чистота 99,999 %, средний размер частиц 50 нм, Неваторг, Россия). Консолидацию порошка проводили на установке искрового плазменного спекания SPS 515S (Syntex Inc., Япония) с получением плотной керамики. Желаемое количество порошка (2,8 г) помещали в графитовую фильеру с внутренним диаметром 20 мм. Условия СПС были следующими: температура спекания $T = 1400^\circ\text{C}$, вакуум $P = 10^{-3}$ Па, давление 72 МПа, скорость нагрева $5^\circ\text{C}/\text{мин}$. Продолжительность нагрева составляла 10 мин. Приготовленные керамические образцы представляли собой цилиндрические пластины толщиной 2,5 мм и диаметром 20 мм. Перед характеризацией образцы полировали на полировальной машине (300 Pro Buehler, Германия) с алмазной суспензией MetaDi (Buehler, Германия). Рентгенодифракционный анализ (РФА) полученного керамического образца

проводился с использованием дифрактометра XRD-7000S Shimadzu (Японии). Для возбуждения импульсной катодолюминесценции (ИКЛ) использовали сильноточный ускоритель электронов ГИН-600 ($t_{1/2-10}$ нс, средняя энергия электронов 250 кэВ, плотность энергии возбуждения ~ 23 мДж/см²).

Результаты. На рис. 1 представлены рентгенограммы образцов керамики $MgAl_2O_4$, активированных ионами Eu^{3+} . Все положения рефлексов соответствуют стандартным данным согласно PDF № 21-1152 и PDF № 30-0012. Образцы имеют кубическую сингонию. При концентрации легирования Eu_2O_3 менее 3 мас.% в образцах наблюдается фаза шпинели. При увеличении концентрации активатора больше 3 мас.%, проявляется вторая фаза алюмината европия $AlEuO_3$, что свидетельствует о том, что ионы Eu^{3+} занимают преимущественно узлы Mg решетки шпинели.

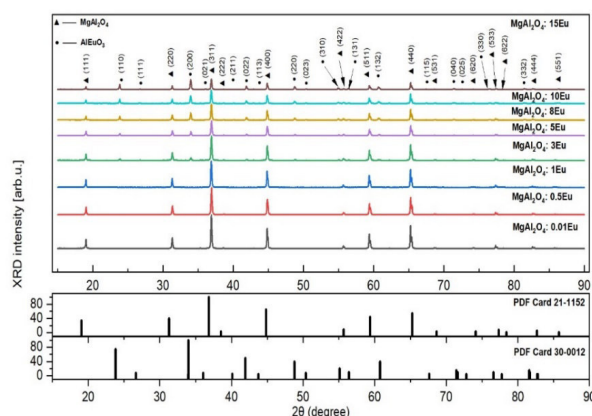


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы образцов $MgAl_2O_4$: xEu керамики

В спектре катодолюминесценции $MgAl_2O_4$ керамики полосу излучения вблизи 440 нм в синей области обычно относят к вакансиям Mg^{2+} [2]. Полоса излучения в спектральной области 500 – 550 нм, дискуссионна и может быть приписана излучательным переходам $4f^7 \rightarrow 4f^6 5d^1$ иона Eu^{2+} [1]. Полоса излучения вблизи 614 нм соответствует электро-дипольному переходу ${}^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$, обусловленному тем, что Eu^{3+} занимает позицию Mg^{2+} . Соотношение интенсивностей полос излучения приведены на рис. 2б. Серия полос излучения в красной области спектра при 688 нм соответствует излучательным переходам в ионное хрома [2]. Как показано на рисунке 2(б), чувствительность каждого пика излучения к концентрации ионов европия различна. Оптимальные концентрации, соответствующие пикам излучения при 412, 520, 614 и 688 нм, составляют 8 мас. %, 0,01 мас. %, 8 мас. % и 10 мас. %, соответственно.

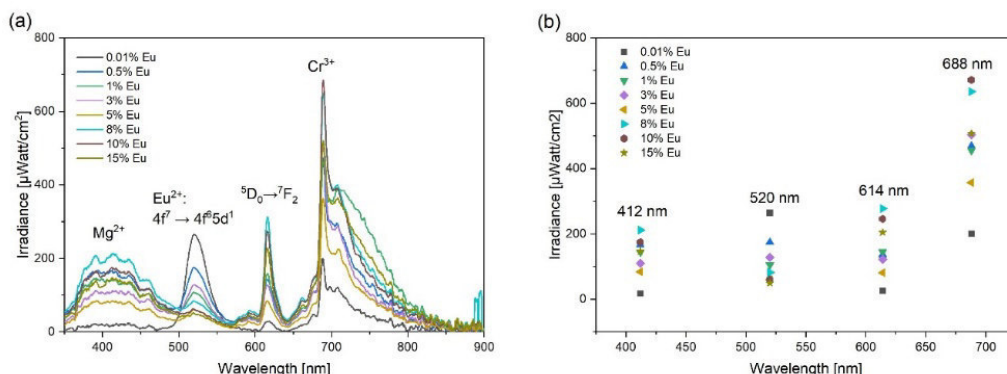


Рис. 2. (а) спектр импульсной катодолюминесценции образцов $MgAl_2O_4$ керамики, активированных ионами Eu^{3+} переменной концентрации; (б) значения максимальной интенсивности для различных полос излучения

Заключение. В результате проведенных исследований были получены образцы керамики на основе MgAl_2O_4 . Было обнаружено влияние концентрации на структурные и люминесцентные свойства шпинели активированной ионами европия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ проект № 21-73-10100. В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CR García, LA Diaz-Torres, J Oliva, GA Hirata. Green EuAlO_3 : Eu^{2+} nanophosphor for applications in WLEDs // Optical Materials. – 2014. – V. 37. – P. 520-524.
2. Valiev D., Khasanov O., Dvilis E., Stepanov S., Polisadova E., Paygin V. Luminescent properties of MgAl_2O_4 ceramics doped with rare earth ions fabricated by spark plasma sintering technique // Ceramics International. – 2018. – V. 44. – №. 17. – P. 20768-20773.