

ПОЛИМЕРНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОПТИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВЕТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А.А. Бойко, Е.Н. Подденежный, Н.Е. Дробышевская

Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, Гомель, Беларусь;
boiko@gstu.by

Цель: формирование полимерно-кристаллических композитов на основе полиэтилена ПЭВД и иттрий-алюминиевого граната, активированного церием $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce) для преобразователей излучения синих светодиодов в белый свет [1]. Наноструктурированные порошки YAG:Ce были синтезированы методом термохимических реакций (горения) с использованием в качестве горючего смеси карбамида и гексаметилентетрамина [2].

Материалы и методы. Для получения люминесцентного ультрадисперсного порошка $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ использовали азотнокислые соли иттрия, алюминия и церия $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$; $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$; $Ce(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$; карбамид – CH_4N_2O и гексаметилентетрамин $(CH_2)_6N_4$ (ГМТА) в качестве дополнительного горючего. Для изучения физико-химических, структурных и люминесцентных свойств синтезированных материалов были использованы методы рентгенофазового анализа (РФА) (дифрактометр ДРОН-7), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) (микроскоп TESCAN, Чехия). Спектры люминесценции регистрировались с помощью спектрофлуориметра СДЛ-2 при комнатной температуре

Результаты и их обсуждение. Азотнокислые соли и карбамид растворяли в дистиллированной воде, затем добавляли ГМТА. Полученный раствор помещали в термостойкой чаше в сушильный шкаф с температурой 80–100 °С и концентрировали до состояния вязкого геля (1,5–2 часа). Далее закрывали чашу алюминиевой фольгой с отверстиями и ставили в муфельную печь, нагретую до температуры 350 °С. В печи под воздействием быстрого нагрева проходит бурная химическая реакция окисления–восстановления, инициируемая ГМТА. Прекурсор выдерживали в печи при 650 °С в течение 1 часа. За время выдержки удаляются остаточные молекулы воды, выгорают органические остатки и после остывания печи формируется пенообразный губчатый продукт ярко жёлтого цвета [2]. Агломераты подвергаются размолу в планетарной мельнице в течение 15 мин

Данные анализа РФА-спектров говорят о том, что в процессе горения формируется кристаллическая фаза – $Y_3Al_5O_{12}$ пространственной группы Ia3d (PDF № 33-40 по каталогу JCPDS-1996). Средний размер области когерентного рассеяния частиц (условный диаметр D) составляет 45,3 нм для

порошка YAG:Ce, прокалённого при 1100 °С.

Плёночные образцы полимерно-кристаллических композитов в виде дисков толщиной 1,0 мм формовали методом горячего прессования из смеси полиэтилена высокого давления ПЭВД и люминесцентного порошка с разной концентрацией. Наполнитель в композите составлял 10, 20, 30 % от общей массы.

Полимерно-кристаллические оптические композиты при возбуждении синим светом люминесцируют в широкой полосе в диапазоне 500 – 700 нм с центром на 570 нм (жёлтое излучение). Увеличение концентрации порошка YAG:Ce в составе композита от 10 до 30 мас. % приводит к росту интенсивности излучения в несколько раз (рис. 1).

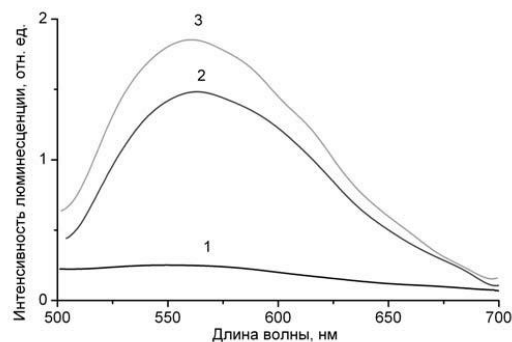


Рис. 1. Спектры люминесценции полимерно-кристаллического светопреобразователя: 1 – 10%; 2 – 20%; 3 – 30% YAG:Ce

Полимерно-кристаллические композиционные материалы, наполненные наноструктурированным порошком иттрий-алюминиевого граната, могут быть использованы для создания светопреобразователей плоских источников белого света, возбуждаемых матрицами светодиодов синего цвета излучения.

Благодарности. Работа выполнена в рамках задания 1.2 ГПНИ «Фотоника и электроника для инноваций», подпрограмма «Фотоника» на 2021–2025 гг.

1. Pattison M., Hansen M., Thomson G. [et al]. Solid-State Lighting R&D Opportunities. — 2022. DOI: 10.13140/RG.2.2.16101.47844
2. Способ получения наноструктурированного порошка иттрий-алюминиевого граната, легированного церием: Пат. 22052 Респ. Беларусь, МПК С30В 29/28 // О.В. Давыдова, Н.Е. Дробышевская, Е.Н. Подденежный, А.А. Бойко; 30.08.2018