

Се-СОДЕРЖАЩИЕ ЛЮМИНОФОРЫ НА ОСНОВЕ ГРАНАТА И НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СТЕКОЛ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В БЕЛЫЙ СВЕТ

Малашкевич Г.Е., Семкова Г.И., Подденежный Е.Н.¹,
Бойко А.А.¹, Данильчик А.В.², Войнилович А.Г.², Луценко Е.В.²

Институт молекулярной и атомной физики НАН Беларуси,
220072, г. Минск, пр. Независимости, 70. Беларусь

¹Гомельский государственный технический университет им. П.О.Сухого,
246746, г. Гомель, пр. Октября 48. Беларусь

²Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси,
220070, г. Минск, пр. Независимости, 68. Беларусь

В последние годы стремительно нарастает заинтересованность ведущих мировых производителей источников света в замене традиционных ламп накаливания, а также люминесцентных ламп на гибридные излучатели (ГИ), представляющие собой полупроводниковые светодиоды с нанесенным на них слоем люминофора и обеспечивающие суммарный спектр излучения с цветовыми характеристиками, близкими к характеристикам дневного света [1].

В настоящем докладе проведен сравнительный анализ спектральных и цветовых характеристик ГИ с коммерческими и полученными золь-гель методом оригинальными Се-содержащими люминофорами на основе гранатов и наноструктурированных стекол, а также рассмотрены вопросы конструирования оптических центров Ce^{3+} в подобных матрицах с требуемыми спектрально-люминесцентными свойствами.

На рис. 1 приведены спектры излучения оригинального (кривая 1) и коммерческих (кривые 2 и 3) ГИ с возбуждением синим излучением светодиода на кристалле InGaN и люминофором на основе иттрий-алюминиевого граната. Здесь же для сравнения приведен спектр солнечного излучения (кривая 4), а также спектр электролюминесценции светодиода, используемого в оригинальном макете (кривая 5). Видно, что суммарный спектр оригинального ГИ в отличие от коммерческих характеризуется отсутствием глубокого провала между полосами излучения светодиода и люминофора, а также небольшой разницей между пиковыми интенсивностями таких полос. Это преимущество весьма существенно в случае мощных ГИ поскольку снижает риск повреждения сетчатки [2]. Рассчитанное

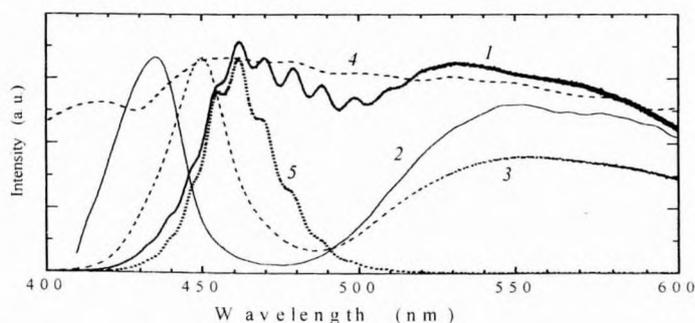


Рис. 1. Корректированные спектры излучения оригинального (1) и коммерческих (2, 3) ГИ со слоем люминофора на основе активированного Ce^{3+} иттрий-алюминиевого граната, солнца (4) и светодиода (5).

значение индекса цветопередачи для ГИ со спектром, представленным кривой 1, составило 74% при цветовой температуре 5400 К. Отмечается возможность повышения значения последнего параметра до 85 – 90% путем комбинации люминофоров с различным смещением полос люминесценции Ce^{3+} , которое достигается при частичном замещении в гранате иттрия и алюминия некоторыми металлами.

Более существенное повышение значения индекса цветопередачи возможно, по нашему мнению, при использовании светодиода с излучением в ближней УФ-области спектра. Ранее [3] нами было установлено, что при отжиге в водороде высоколегированных церием кварцевых гель-стекол возможна релаксация локального окружения входящих в Се-содержащие кластеры восстановленных ионов $(\text{Ce}^{4+})^-$ к равновесному с новым зарядовым состоянием. При этом образуются новые типы оптических центров Ce^{3+} , которые существенно отличаются своими спектрально-люминесцентными свойствами от изначально изолированных центров Ce^{3+} в подобном стекле. Широкие возможности для модификации структуры таких кластеров в стеклах путем введения различных легирующих присадок позволяют достаточно успешно конструировать новые оптические центры Ce^{3+} с уникальными спектрально-люминесцентными свойствами.

На рис. 2 в качестве примера изображены спектры люминесценции (кривая 1) и возбуждения люминесценции (кривая 2) ионов Ce^{3+} в порошке, полученном на основе наноструктурированного кварцевого стекла с натуральным показателем поглощения активатора $k \approx 50 \text{ см}^{-1}$ при $\lambda = 385 \text{ нм}$. Как видно, такой порошок характеризуется слабоструктурной полосой люминесценции с полушириной $\Delta\lambda \approx 200 \text{ нм}$ в сине-желтой области спектра. Рассчитанное по кривой 1 значение индекса цветопередачи составило 60% при цветовой температуре 10000 К, а квантовый выход люминесценции, измеренный относительным методом, превысил 80%. Эти характеристики позволяют взять подобные порошки за основу для дальнейшей модификации структуры оптических центров с целью расширения спектра люминесценции в красную область и получения источников «теплого» белого света.

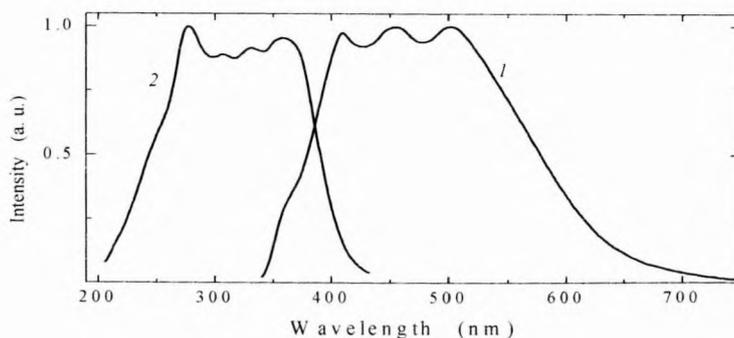


Рис. 2. Корректированные спектры люминесценции (1) и её возбуждения (2) Се-содержащего люминофора на основе наноструктурированного кварцевого стекла. $\lambda_{\text{exc}} = 320 \text{ нм}$, $\lambda_{\text{mon}} = 450 \text{ нм}$.

Список литературы

- [1] *Strategies in Light 2004, Conf. Proc.* (San-Diego, 2004). <strategies-u.com>.
- [2] G.R.Davies. *Photonics Spectra*, **2**, 66 (2007).
- [3] G.E.Malashkevich, I.M.Melnichenko, E.N.Poddenezhny, A.A.Boiko. *J. Non-Cryst. Solids*, **260**, 141 (1999).