

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СВЕТОТРАНСФОРМИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БЕЛЫХ СВЕТОДИОДОВ

А. О. Добродей, Е. Н. Подденежный

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

В основном белые светодиоды (СД) изготавливаются на основе синего кристалла и желтого люминофора. Кристалл покрывается слоем геля с порошком люминофора. Толщина слоя такова, чтобы часть синего излучения возбуждала люминофор, а часть – проходила без поглощения.

Большинство производителей белых СД используют в качестве желтого люминофора иттрий-алюминиевый гранат, легированный трехвалентным церием (ИАГ, YAG: Ce³⁺). Спектр люминесценции таких люминофоров характеризуется максимальной длиной волны в диапазоне 530–560 нм.

Существуют также люминофоры на основе силикатных и оксинитридных систем. К настоящему времени для силикатных люминофоров не достигнуто такое же высокое значение квантовой эффективности, как для YAG: Ce³⁺ (более 90 %). Создание оксинитридных люминофоров имеет более сложную технологию синтеза.

Люминофоры на органической основе до сих пор не слишком долговечны, чтобы использоваться в мощных промышленных и бытовых светильниках, неорганические же получают в условиях высоких температур синтеза, что не позволяет наносить их непосредственно в виде пленок на подложки из стекла или полимера.

Люминофор на основе ИАГ обладает определенными недостатками: узкая полоса возбуждения, ограничение на индекс цветопередачи излучения светодиода, ограничение на цветовую температуру излучения светодиода. Тем не менее, эффективность таких люминофоров в настоящее время довольно высока.

Основные идеи актуальных разработок в этом направлении следующие:

- использование в качестве активатора двухвалентного европия с широкой полосой возбуждения;
- построение матрицы люминофора на группировках SiN⁺ (высокая стабильность) и AlO⁺ (необходимый цвет излучения, высокая квантовая эффективность).
- координационная сфера активатора составлена атомами кислорода и азота.

Одним из последних направлений в области технологии преобразования цвета излучения при изготовлении белых СД является использование люминесцирующей керамики, которая позволит получать светодиоды с высокой однородностью цвета и повышенной временной стабильностью.

В НИЛ ТКН ГГТУ им. П. О. Сухого разработана улучшенная методика синтеза порошковых микрокристаллических люминесцентных материалов путем соосаждения гидроксидов иттрия и алюминия аммиаком с последующей термообработкой.

Также разработана и патентуется в настоящее время новая методика формирования наноструктурированных порошкообразных материалов на основе ИАГ, легированного ионами переходных и редкоземельных элементов (Fe, Mn, Cr, Eu, Ce и др.) методом термохимической реакции (горение), являющихся исходными материалами для получения высокоплотной керамики и композитов для создания белых СД. Установлено, что при соблюдении оптимальных режимов идентифицируется фаза граната кубической модификации $Y_3Al_5O_{12}$.

Изучение спектрально-люминесцентных характеристик полученных образцов порошкообразных материалов подтвердило перспективность их применения для оптоэлектроники и систем освещения.