

Красовский В.В.

Белорусский национальный технический университет

Конкурентоспособность светодиодных (СД) осветительных приборов, несмотря на такие их достоинства как долговечность, экологичность и низкое напряжение питания, снижает высокая себестоимость их производства. Существует несколько способов получения светодиодов белого свечения, из которых наиболее рентабельным является нанесение на InGaN-светодиод, излучающий в полосе длин волн 440–470 нм, фотолуминофора (ФЛ) с широкой спектральной полосой излучения с максимумом в желтой области спектра. Для улучшения индекса цветопередачи возможно применение двухкомпонентного ФЛ с максимумами спектральных полос в желто-зеленой и красной областях соответственно или трехкомпонентного в комбинации с УФ СД.

Однако на сегодняшний день реализован лишь первый из названных вариантов, где ФЛ представляет собой алюмоиттриевый гранат, активированный церием, $Y_3Al_5O_{12}:Ce$. Такой ограниченный выбор ФЛ обусловлен очень высокой плотностью мощности возбуждения при ближнем конформном расположении люминофора, которая для СД 1 Вт с площадью чипа 1×1 мм² составляет порядка 2500 Вт/см³. Чтобы ФЛ-конвертор работал эффективно, необходима высокая концентрация активаторных центров и, в особенности, очень малое время их послесвечения. Частное от этих величин представляет так называемый концентрационно-кинетический критерий, который для названного люминофора составляет порядка $8 \cdot 10^{25}$ см⁻³с⁻¹ и значительно превышает объемную плотность возбуждения, составляющую около $2 \cdot 10^{22}$ см⁻³с⁻¹, в то время, как для таких широко применяемых в других осветительных устройствах люминофоров (ZnCd)S:Cu,Au или Y₂O₂S:Eu этот критерий не превышает $1 \cdot 10^{20}$ см⁻³с⁻¹.

Значительно расширить ряд ФЛ, пригодных для создания светодиодных осветительных устройств позволяет переход от ближнего расположения к геометрии удаленного люминофора, так как в этом случае значительно снижается объемная плотность возбуждения ФЛ. Более того, как показывают расчеты, применение такой геометрии позволяет получить энергетический выигрыш до 30 % в результате лучшего вывода излучения из светоизлучающей структуры. Следует учитывать также необходимость спектрального совмещения полосы возбуждения ФЛ со спектральной полосой излучения светодиодной геттероструктуры.