

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИНДИКАТОРОВ

Досліджена залежність спектральних характеристик тонкоплівкових електролюмінесцентних індикаторів від складу активного матеріалу. Результати дослідження дозволять виготовляти багатоколірні елементи для систем відображення інформації.

Ключові слова: електролюмінесцентні індикатори, спектр випромінювання.

Исследована зависимость спектральных характеристик тонкопленочных электролюминесцентных индикаторов от состава активного материала. Результаты исследования позволят изготавливать многоцветные элементы для систем отображения информации.

Ключевые слова: электролюминесцентные индикаторы, спектр излучения.

Dependence of current-wavelength characteristics of thin-film of electroluminescent indicators on structure of an active material is investigated. Results of research will allow to make multi-colour elements for systems of display of the information.

Keywords: electroluminescent indicators, radiation spectrum.

Анализ исследований. В работе приведены результаты исследований спектральных характеристик тонкопленочных электролюминесцентных структур на основе сульфида цинка, легированного фторидами таких редкоземельных элементов (РЗЭ), как гольмий, тербий, европий (зеленый цвет свечения), самарий - красный, туллий - синий.

Спектры электролюминесценции регистрировались с помощью комплекса КСВУ-23. Спектральные характеристики излучения ЭИ на основе ZnS:HoF₃ (5 мас.%), ZnS:TbF₃ (5 мас.%), ZnS:ErF₃ (5 мас.%), ZnS:SmF₃ (3 мас.%) и ZnS:TmF₃ (10 мас.%) представлены на рисунках 1÷5. Указанные значения концентрации легирующих примесей определялись по максимальной яркости свечения и чистоты цветового тона [1].

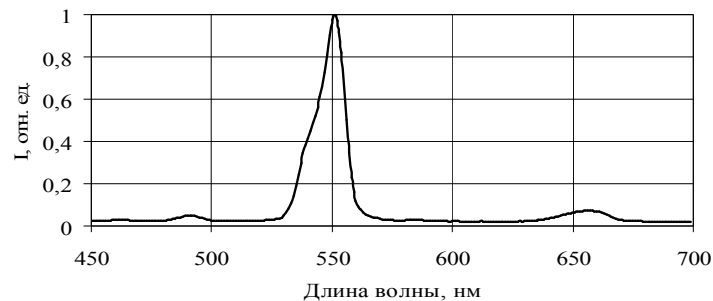


Рис. 1. Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:HoF₃ (5 мас.%)

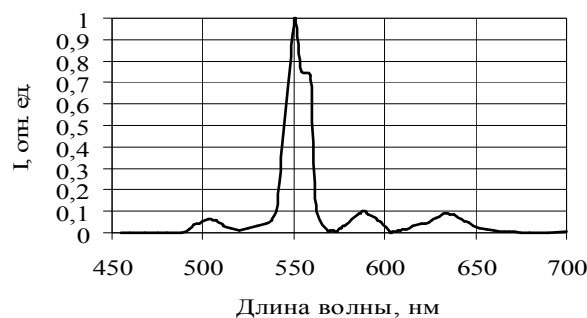


Рис. 2. Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:TbF₃ (5 мас.%)

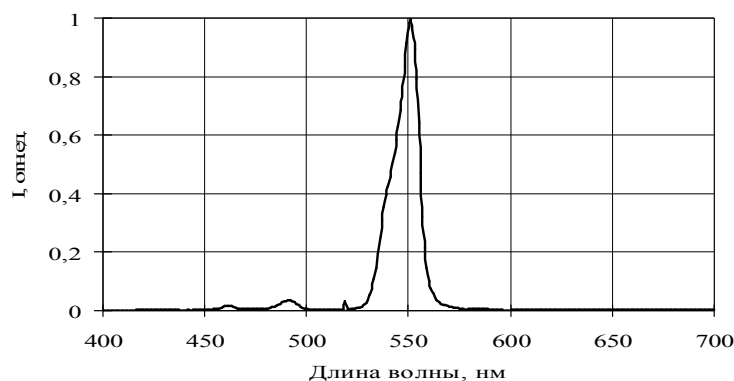


Рис. 3. Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:ErF₃ (5 мас.%)

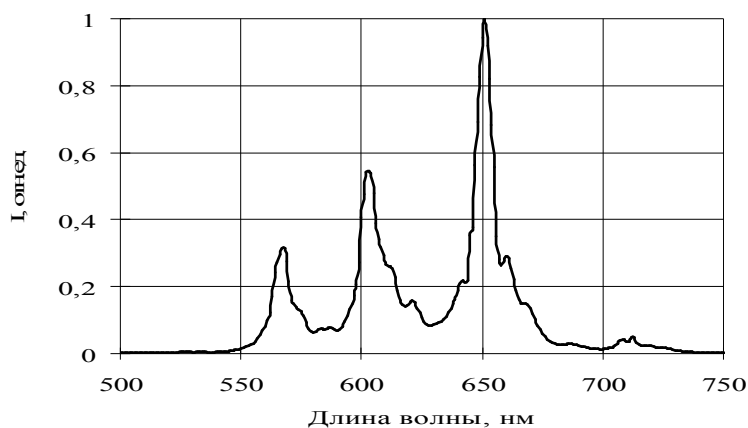


Рис. 4. Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:SmF₃ (3 мас.%)

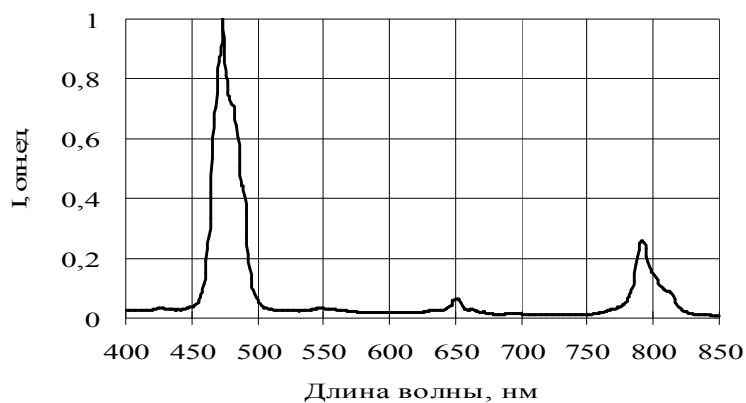


Рис. 5. Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:TmF₃ (10 мас.%)

За излучение ЭИ на основе ZnS:HoF₃ ответственны переходы на внутренних оболочках атомов гольмия: $^5F_1 \rightarrow ^5I_8$ ($\lambda=462$ нм), $^5F_3 \rightarrow ^5I_8$ ($\lambda=490$ нм), $^5S_2 \rightarrow ^5I_8$ ($\lambda=550$ нм) и $^5F_3 \rightarrow ^5I_7$, $^5F_5 \rightarrow ^5I_8$ ($\lambda=645$ нм) (рис. 1) [2]. Вероятность излучательной релаксации с уровня 5S_2 наиболее высока, так как основной максимум на 550 нм (зеленое излучение) соответствует именно ей.

Структуры на основе сульфида цинка, легированного TbF₃ и ErF₃ (рис. 2,3), имеют основные линии с максимумами, принадлежащими также зеленой части спектра. Все три

спектра имеют узкополосный характер, присущий внутрицентровому излучению ионов редкоземельных элементов, что связано с особенностью строения их электронных оболочек.

Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:TbF₃ (5 мас.%) (рис. 2) состоит из четырех основных полос излучения. В отличие от иона Ho³⁺ оптические переходы в ионе Tb³⁺ происходят с одного возбужденного энергетического состояния ⁵D₄: ⁵D₄→⁷F₆ (λ=489 нм), ⁵D₄→⁷F₅ (λ=545 нм), ⁵D₄→⁷F₄ (λ=587 нм), ⁵D₄→⁷F₃ (λ=622 нм).

В спектре излучения ЭИ на основе ZnS:ErF₃ (3 мас.%) (рис. 3) основным максимумам -λ=523 нм и λ=549 нм, соответствуют оптические переходы в ионе Er³⁺ с энергетических состояний ²H_{11/2} и ⁴S_{3/2} на ⁴I_{15/2}. Пикам с длиной волны λ=408 нм и λ=660 нм соответствуют переходы ²H_{9/2} и ⁴F_{9/2} на ⁴I_{15/2}. За излучение ТПЭЛС на основе ZnS:SmF₃, (3 мас.%) (рис. 4) ответственны внутрицентровые переходы в ионе Sm³⁺ с одного энергетического уровня ⁴G_{5/2}, вероятность излучательной релаксации с которого наиболее высока. Излучение в видимой области спектра наблюдается при обмене энергией уровня ⁴G_{5/2} с уровнями ⁶H_{7/2}(λ=602 нм), ⁶H_{9/2}(λ=650 нм), ⁶H_{11/2}(λ=565 нм).

Спектр излучения ЭИ на основе ZnS:TmF₃ (10 мас.%) приведен на рисунке 5. Он состоит из трех достаточно узких полос, расположенных в голубой, красной и инфракрасной областях спектра, которые соответствуют указанным оптическим переходам внутри 4f электронной оболочки Tm³⁺. Максимумы интенсивности излучения имеют место на переходах: ¹G₄→³H₆ (λ=478 нм), ¹G₄→³H₅ (λ=652 нм), ¹G₄→³H₄ (λ=807 нм).

Лучшие показатели яркости имеют ЭИ на основе люминофоров с зеленым или желтым и несколько худшие - с синим, голубым и красным свечением. Помимо технических факторов, обусловлено это тем, что спектры излучения первых двух люминофоров, находятся в области, прилегающей к максимуму кривой спектральной чувствительности глаза, в то время как у других люминофоров спектры излучения располагаются по краям этой кривой.

Вывод. Результаты проведенных исследований показывают, что исследованные ЭИ перспективны для использования в устройствах отображения буквенно-цифровой и графической информации с разделением цвета.

Из приведенных спектральных характеристик особый интерес представляют ЭИ на основе ZnS:HoF₃. Проведенные исследования показали, что увеличение концентрации гольмия приводит к изменению цвета излучения от зеленого к красному с дальнейшим ростом его интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Раков А.В. Спектрофотометрия тонкопленочных полупроводниковых структур / М.: Сов. радио, 1975. – 176 с.
2. Лямичев И.Я. Устройства отображения информации с плоскими экранами / М.: Радио и связь, 1983. – 214 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В.