

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ КОМПОЗИТНЫХ ЛЮМИНОФОРОВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

В.В. Нгуен

Научный руководитель: доцент, к. ф.-м. н. Е.Ф. Полисадова
 Национальный исследовательский Томский политехнический университет
 E-mail: nguenvutpu@gmail.com

В настоящее время ведутся работы, направленные на разработку светодиодов с более высоким световым выходом, и разработку технологии производства светодиодов в России. Для этого важно исследовать эксплуатационные характеристики люминофоров, применяемых в светодиодах, так как характеристики люминофоров во многом определяют характеристики светодиодов.

Целью работы является исследование влияния облучения и температуры на спектрально-кинетические характеристики люминесценции композитных люминофоров.

Объектом исследования является композитный люминофор на основе итрий-алюминиевого граната, активированного церием, изготовленный в Научно-исследовательском институте полупроводниковых исследований (г. Томск). В качестве полимерной основы для введения частиц люминофора был использован силикон. Силикон обладает высокой степенью прозрачности в видимой области спектра, является инертным материалом по отношению к люминофору, довольно легко формируется (обладает необходимой вязкостью), устойчив к температурам в области рабочих температур светодиодов.

Методы исследований: импульсная катодо-люминесцентная спектрометрия с наносекундным временным разрешением, регистрации спектров импульсной катодолуминесценции на базе оптоволоконного спектрометра AvaSpec.

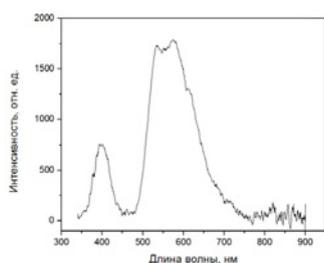


Рис. 1. Интегральный спектр свечения ИКЛ, зарегистрированный оптоволоконным спектром AvaSpec-2048

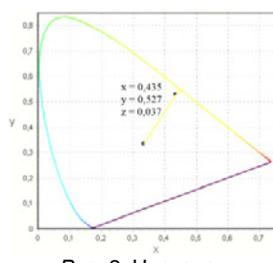


Рис. 2. Цветовая характеристика свечения композитного люминофора на диаграмме цветности

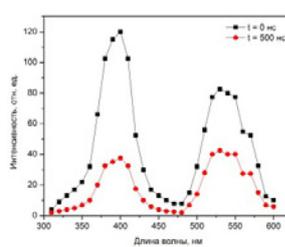


Рис. 3. Спектр импульсной катодолуминесценции люминофора в момент воздействия электронного пучка ($t = 0$ нс) и после времени $t = 500$ нс

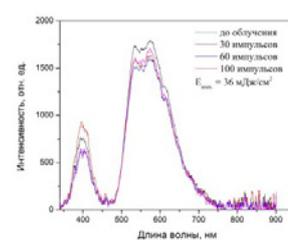


Рис. 4. Интегральный спектр свечения импульсной катодолуминесценции до и после многократного облучения электронным пучком

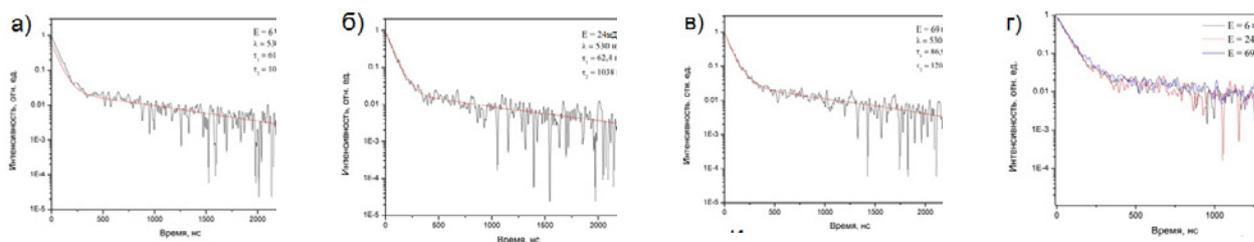


Рис. 5. Кинетика затухания свечения композитного люминофора в полосе 530 нм при возбуждении электронным пучком разной плотностью возбуждения (а, б, в), сравнение кинетики люминесценции при разных плотностях возбуждения (г)

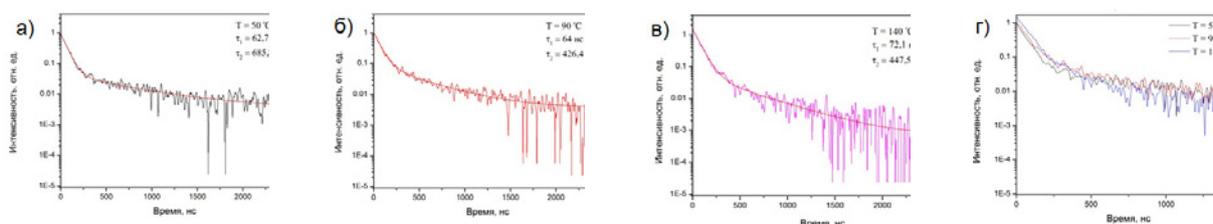


Рис. 6. Кинетика затухания свечения композитного люминофора в полосе 530 нм при возбуждении электронным пучком при различных температурах

Исследованы спектрально-кинетические и цветовые характеристики люминофенции композитного люминофора на основе силикона с внедренными кристаллами иттрий-алюминиевого граната при воздействии сильнооточного электронного пучка.

1. Установлено, что в спектре ИКЛ композитного люминофора на основе ИАГ регистрируется две полосы свечения с максимумами на 390 и 530 нм с различными временами затухания. «Синяя» полоса затухает с постоянной времени ~ 20 нс, «желтая» ~ 600 нс.

2. Показано, что при изменении плотности энергии возбуждения от 6 до 69 мДж/см² кинетика люминесценции в полосе на 390 нм почти не изменяется, кинетика люминесценции в полосе на 530 нм изменяется в пределах 61,8–86,9 нс в коротко-временной стадии, а в длинно-временной стадии 1038 – 1208 нс.

3. Установлено, что интенсивное воздействие потоком ускоренных электронов на композитный люминофор не приводит к изменению его излучательных характеристик.

4. Показано что при изменении рабочей температуры от комнатной до 150 °С интенсивность свечения меняется не значительно, кинетика люминесценции укорачивается в полосе 530 нм от 685,8 до 426,4 нс.

Таким образом, можно отметить, что исследований композитный люминофор отвечает основным требования для его использования в светодиодах, обладает устойчивостью к деградации при облучении электронами, температурной устойчивостью.

Список литературы

1. Казгикин О.Н., Марковский Л.Я., Миронов И.А. и др. Неорганические люминофоры. – М. : Химия, 1975. – 192 с.
2. Шуберт Ф. Светодиоды / пер. с англ. ; под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2008. – 496 с.
3. Кюри Д. Люминесценция кристаллов. – М. : ИЛ, 1961. – 199 с.
4. Reeh U., Stath N., Hohn K. et al. Light-radiating semiconductor component with luminescence conversion element. – US Patent 6,576,930 B2 (2003).