

УДК 661.143

Вадим Бахметьев¹; Виталий Малыгин¹; Мария Кескинова¹; Андрей Долгин¹; Константин Огурцов¹; Наталия Подсыпанина¹; Лев Лебедев¹; Игорь Туркин, доцент¹; Максим Сычев, профессор¹; Елена Зеленина²; Евгений Шешин, профессор³

¹Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Российская Федерация

²АО «Радиовый институт им. В.Г. Хлопина», Российская Федерация

³Московский физико-технический институт (государственный университет), Российская Федерация

ЛЮМИНОФОРЫ ДЛЯ КАТОДО- И РАДИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

Синтезированы катодолуминофоры: «красный» $ZrO_2:Eu,Ti$, и «ультрафиолетовые» $LaPO_4:Pr^{3+}$ и $ZnAl_2O_4$. Исследовано влияние плазмохимической обработки на люминесценцию $ZnS:Cu$, $ZnS:Cu,Al$ и $Gd_2O_2S:Tb$, и изготовлены радиолуминесцентные источники света с ними.

Ключевые слова: люминофоры, катодолуминесцентные и радиолуминесцентные источники излучения.

Vadim Bakhmetyev; Vitalii Malygin; Mariia Keskinova; Andrey Dolgin; Konstantin Ogurtsov; Nataliya Podsypanina; Lev Lebedev; Igor Turkin; Maxim Sychov; Elena Zelenina; Evgenij Sheshin

PHOSPHORS FOR CATHODOLUMINESCENT AND RADIOLUMINESCENT EMITTERS

Have been synthesized «red» $ZrO_2:Eu,Ti$, and UV $LaPO_4:Pr^{3+}$ and $ZnAl_2O_4$ cathodoluminescent phosphors. The effect of plasmachemical treatment on $ZnS:Cu$, $ZnS:Cu,Al$ и $Gd_2O_2S:Tb$ luminescence have been studied with manufacturing the solid-state radioluminescent light sources.

Keywords: phosphors, cathodoluminescent and radioluminescent emitters.

В настоящее время актуальной задачей является создание новых источников излучения, отличающихся повышенной экономичностью и более низкой стоимостью по сравнению с традиционными источниками.

Один из современных типов источников видимого и ультрафиолетового излучения – катодолуминесцентный источник, представляющий собой вакуумную лампу с электронной пушкой и люминесцентным экраном. Другим современным типом источника излучения является твердотельный радиолуминесцентный источник света, основные элементы конструкции которого – твердотельная матрица-носитель,

содержащая радиоизотоп трития в связанной форме и слой люминофора, свечение которого возбуждается β -излучением трития.

Важнейшим компонентом как катодо- так и радиолюминесцентных источников излучения, является катодолуминофор – вещество, преобразующее энергию ускоренных электронов в видимое или ультрафиолетовое излучение. Поэтому актуальными задачами являются как разработка новых катодолуминофоров, так и улучшение характеристик существующих. В данной работе нами были синтезированы катодолуминофоры состава $ZrO_2:Eu,Ti$, излучающий в красной области, $LaPO_4:Pr^{3+}$ и $ZnAl_2O_4$, излучающие в ультрафиолетовой области.

Катодолуминофор $ZrO_2:Eu,Ti$ был синтезирован путем соосаждения гидроксидов из смеси нитратов и хлоридов. После отделения от раствора полученный гель высушивался в замороженном виде, а затем прокаливался при $600\text{ }^\circ\text{C}$. Полученный таким способом люминофор подвергался обработке в СВЧ-поле в течение 10 минут. Температура при СВЧ-обработке достигала $1100\text{ }^\circ\text{C}$. Было установлено, что СВЧ-обработка позволяет в несколько раз повысить интенсивность люминесценции.

Синтез катодолуминофоров $LaPO_4:Pr^{3+}$ осуществлялся золь-гель методом с последующим отжигом полученного осадка при температуре $1250\text{ }^\circ\text{C}$. Установлено, что увеличение длительности отжига с 2 до 6 часов приводит к повышению интенсивности катодолуминесценции в ультрафиолетовой области, вероятно, за счет перехода от аморфной структуры основы люминофора к кристаллической.

Катодолуминофоры $ZnAl_2O_4$ получали методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, который заключался в термическом иницировании реакции в смеси нитратов исходных веществ (окислитель) с топливом (глицин или мочеви́на), в результате чего она воспламенялась, образуя твердую пену, состоящую из мелкодисперсных частиц. Полученную пену отжигали при температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$. Показано, что добавление в данный люминофор Li_2CO_3 в количестве 5...10 мольных % позволяет в 25 раз повысить интенсивность катодолуминесценции, предположительно, за счет компенсации заряда дефектов кристаллической решетки люминофора.

Нами также было исследовано влияние модифицирования путем обработки в азотной плазме на интенсивность радиолюминесценции люминофоров $ZnS:Cu$, $ZnS:Cu,Al$ и $Gd_2O_2S:Tb$. Было установлено, что плазмохимическое модифицирование позволяет повысить интенсивность люминесценции перечисленных люминофоров при возбуждении β -излучением источника активностью 1 Ки. С использованием данных люминофоров были изготовлены радиолюминесцентные источники света на основе трития, связанного с титаном. Наибольшую яркость показал источник на основе модифицированного катодолуминофора $Gd_2O_2S:Tb$.