

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АЛЮМО-БОРО-СИЛИКАТНЫХ СТЕКОЛ, ДОПИРОВАННЫХ ИОНАМИ ТЕРБИЯ

А.Ю. ОСИПОВА, Д.Т. ВАЛИЕВ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: ayo2@tpu.ru

Оксидные стекла, содержащие в своем составе ионы тербия, активно используются в качестве активных сред в оптоэлектронике, дозиметрии [1]. На основе различного рода композиций можно получать стекла с малыми величинами рассеяния, с высоким квантовым выходом [2, 3]. Для улучшения излучательных характеристик люминесценции стекла, стеклянную матрицу содопируют сенсibilизаторами, такими как Gd_2O_3 , Y_2O_3 и Dy_2O_3 [4]. Среди этих оксидов редкоземельных элементов (РЗЭ) Gd_2O_3 является часто используемым материалом не только благодаря эффективной передаче энергии от Gd^{3+} к ионам Tb^{3+} , но и потому, что плотность стекла, содержащего высокое содержание Gd_2O_3 , может быть увеличено, что, может повысить сечение поглощения рентгеновского излучения. Синтез и использование сочетания различного состава шихты позволяет получать широкий спектр люминесцирующих материалов с РЗЭ в качестве активаторов с хорошо контролируруемыми по спектру оптическими характеристиками. В работе приведены результаты исследований оптико-люминесцентных свойств алюмо-боро-силикатных стекол с переменной концентрацией ионов гадолиния.

Алюмо-боросиликатные стекла готовили методом высокотемпературного плавления. Исходными материалами были реагенты Al_2O_3 , H_3BO_3 , SiO_2 , $BaCO_3$, Gd_2O_3 , P_2O_5 , Ce_2O_3 , Tb_2O_3 и Sb_2O_3 . Сырье было номинально чистым. Соответствующие количества оксидных материалов смешивали в агатовой ступе; смешанные материалы плавил при температуре $1450^\circ C$ в течение 120 min в корундовом тигле в муфельной печи. После плавления расплав выливали в предварительно разогретую форму из нержавеющей стали и отжигали при температуре $650^\circ C$ в течение 2 ч, чтобы снять внутреннее напряжение, а затем охлаждали до комнатной температуры. После резки, шлифовки и полировки были получены образцы стекла толщиной 2 ± 0.02 мм.

Спектры пропускания регистрировали с использованием спектрофотометра в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях (Ломофотоника, УВИ-256, БИК 256). Структура стекол исследовалась рентгеновским дифрактометром (Shimadzu, XRD-7000S) с использованием рентгеновского излучения $CuK\alpha$ с длиной волны $1,54 \text{ \AA}$. Регистрация интегральных спектров свечения импульсной катодолуминесценции (ИКЛ) осуществлялась оптоволоконным спектрометром AvaSpec-2048, работающем в спектральном диапазоне 200 – 1100 нм с обратной линейной дисперсией 1,2 нм/мм, при возбуждении импульсным потоком электронов наносекундной длительности ($E_{cp}=250 \text{ кэВ}$, $t_{1/2}=15 \text{ нс}$). На рисунке 1 представлены исследуемые образцы серии Gd10, Gd15, Gd20, Gd25, Gd30, Gd30Tb0 под воздействием ультрафиолетового излучения.

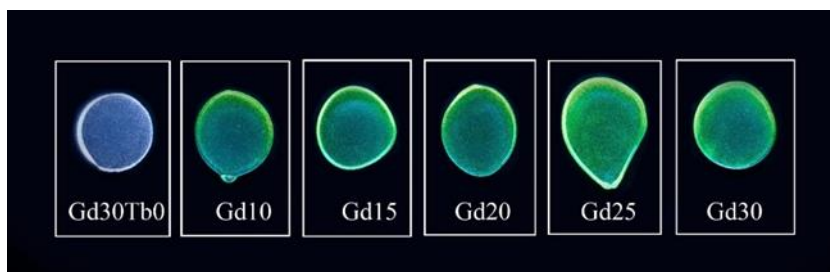


Рисунок 1 – Синтезированные образцы при воздействии УФ излучения, серия стекол Gd10, Gd15, Gd20, Gd25, Gd30, Gd30Tb0

Рентгенофазовый анализ подтвердил аморфную природу синтезированных стекол и не дает никаких доказательств разделения или осаждения любой кристаллической фазы во время процессов плавления и отжига с увеличением содержания Gd_2O_3 до 30 mol.%.

Были проведены исследования влияния концентрации гадолиния в матрице стекла на кинетику затухания люминесценции ионов тербия. Свечение ионов тербия затухает в миллисекундном диапазоне (~1 мс). В работе проведены исследования кинетики затухания люминесценции в основных полосах свечения ионов тербия на 490, 543, 584, 621 нм.

В результате работы изучены структурные, оптико-люминесцентные свойства, проведена оценка эффективности излучения, спектрально-кинетические характеристики стекол, а также рассмотрены зависимости спектральных характеристик от концентрации РЗЭ в составе стекла. Полученные результаты демонстрируют возможное использование алюмо-боро-силикатных стекол, допированных тербием в качестве преобразователя ионизирующих излучений.

Список литературы

1. Шелби Дж. Перевод: Медведева Е.Ф., Христофорова А.И., Головина Е.П. Структура, свойства и технология стекла – Изд.: «Мир». – 2006. – 279 с.
2. Алексеев Н.Е., Гапонцев В.П., Жаботинский М.Е. и др. Под ред. Жаботинского М.Е. Лазерные фосфатные стекла – М.: Наука. – 1980. – 352 с.
3. S. Liu, G. Zhao, H. Ying et al. Eu/Dy ions co-doped white light luminescence zinc – aluminoborosilicate glasses for white LED// *Optical Materials*. – 2008. – V.31. – P. 47–50.
4. X.Y. Sun, M. Gu, S.M. Huang, X.L. Liu, Enhancement of Tb^{3+} emission by non-radiative energy transfer from Dy^{3+} in silicate glass. – 2009. – P.111-114.