

И.Хайруллина¹, аспирант
Г.К.Чудинова², д.ф-м.н.
И.А.Наговицын², к.х.н.
(¹РУДН, г. Москва, ² ИОФ РАН, г.Москва)

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОВ ЦЕРИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОКСИДА ЦИНКА В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ

В настоящее время особое внимание уделяется изучению физических и оптических свойств тонких пленок на основе оксида цинка [1].

Допирование редкоземельными металлами тонких пленок на основе оксида цинка является технологически важным, поскольку имеет потенциальные возможности для создания эффективных люминесцентных материалов. В частности, редкоземельные металлы как легирующая добавка улучшают люминесцентные свойства путем изменения морфологии, изменения структуры энергетических зон и создания более активных адсорбционных центров.

Для создания композитных пленок $\text{Ce}^{4+}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$ на стеклянной подложке использовали золь-гель метод [2]. Слой $\text{Ce}^{4+}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$ наносили из золя методом центрифугирования (центрифуга Armed 80-2 (China), скорость вращения 3000 об./мин, время нанесения 30 сек.) Сушка пленки осуществлялась в муфельной печи ЭКПС-10 (Россия) при температуре 120 °С в течении 1 часа и далее отжигались при 380 - 400 °С в муфельной печи в течении 5 часов.

Оптические свойства исследовали с помощью спектрофлуориметра Simadzu RF-5300pc и спектрофотометра Simadzu UV-1800.

На рис. 1 представлены спектры поглощения недопированной пленки и пленок, содержащих 1 мас.% и 7 мас.% ионов Ce^{4+} в спектральном диапазоне 200-1000 нм. Допирование приводит к незначительному изменению формы спектров. По этим данным были рассчитаны величины запрещенных зон по методике, приведенной в статье [3]. Оказалось, что добавки церия 1% и 7% не оказывают влияния на величину запрещенной зоны оксида цинка. Так, E_g для образцов: 0% $\text{Ce}^{4+}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$, 1% $\text{Ce}^{4+}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$ и 7% $\text{Ce}^{4+}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$ равны 4,19, 4,20 и 4,17 соответственно.

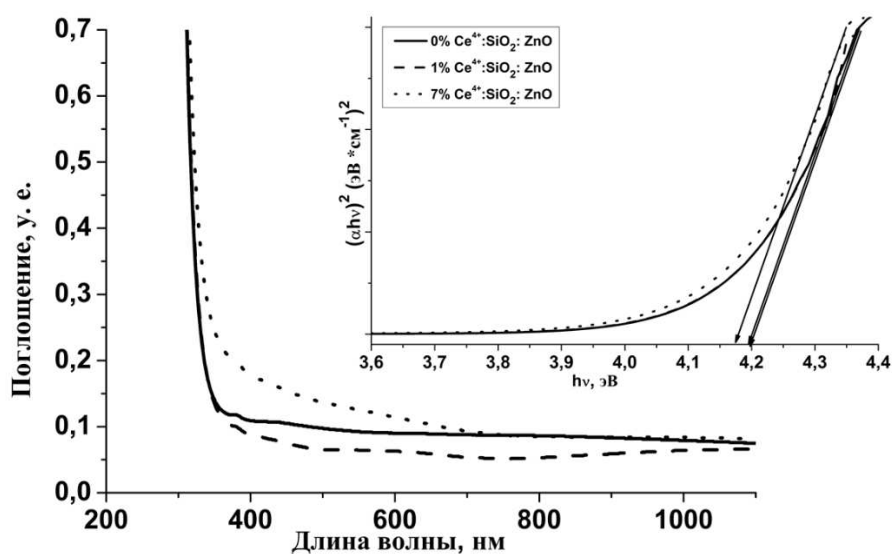


Рисунок 1 – Спектры поглощения $x\%Ce^{4+}:ZnO:SiO_2$. На вставке показана зависимость $(\alpha h\nu)^2$ от $(h\nu)$

При сравнении спектров флуоресценции (рис.2) допированных образцов со спектром чистого образца ZnO наблюдается возгорание полосы флуоресценции для образца $7\%Ce^{4+}:ZnO:SiO_2$, а вот для образца $1\%Ce^{4+}:ZnO:SiO_2$ снижается интенсивность примерно 2,7 раза как по отношению недопированному образцу, так и $7\%Ce^{4+}:ZnO:SiO_2$.

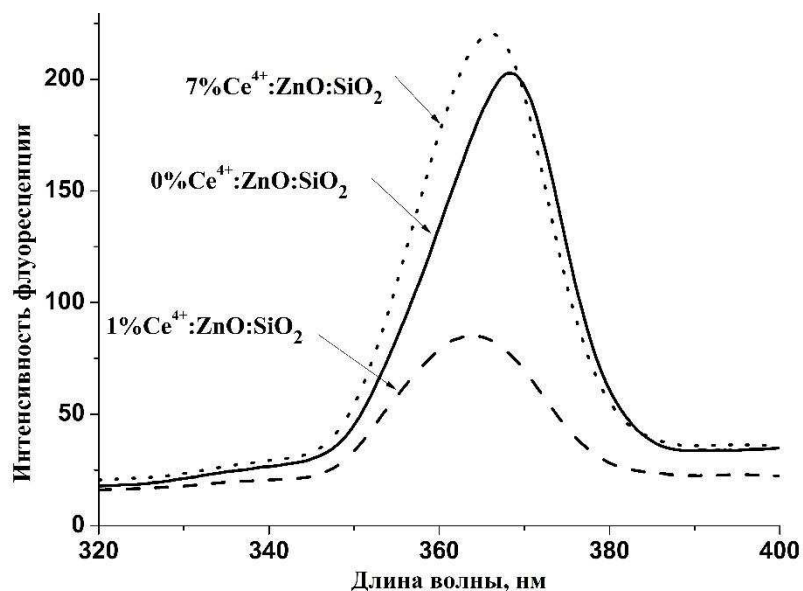


Рисунок 2. Спектры флуоресценции $x\%Ce^{4+}:ZnO:SiO_2$

При этом для допированных образцов наблюдался гипсохромный сдвиг полосы интенсивности по отношению к недопированному образцу (368 нм) на 3 и 5 нм для 7%Ce⁴⁺:ZnO:SiO₂ и 1%Ce⁴⁺:ZnO:SiO₂ соответственно. Приведенные результаты позволяют сделать предположение о увеличении количества кислородных дефектов при допировании образцов оксидом церия.

ЛИТЕРАТУРА

1. X.Y. Yi, C.Y. Ma □, F. Yuan, N. Wang, F.W. Qin, B.C. Hu, Q.Y. Zhang. //Structural, morphological, photoluminescence and photocatalytic properties of Gd-doped ZnO films // Thin Solid Films, 636, 2017, pp. 339–345
2. Ekaterina A Boruleva, Indira Hayrullina, Ilya A Nagovitsyn, Alexey V Khoroshilov, Tatiana F Sheshko, Anton V Lobanov and Galina K Chudinova //Optical properties of Gd³⁺-doped ZnO:SiO₂ thin films//Laser Phys. Lett. 16, 2019, 085901 (7pp)
3. N.L. Tarwal, K.V.Gurav, S.H.Mujawar, S.B.Sadale, K.W.Nam, W.R.Bae, A.V. Moholkar, J.H.Kim, P.S.Patil, J.H.Jang//Photoluminescence and photoelectrochemical properties of the spray deposited copper doped zinc oxide thin films//Ceramics International 140, 2014, 7669–7677.