

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИАГ ЛЮМИНОФОРА

А.Т. ТУЛЕГЕНОВА

Томский политехнический университет, Томск, Россия

E-mail: tulegenova.aida@gmail.com

Люминофоры на основе ИАГ являются многокомпонентными, сложные по составу: состоящие по крайней мере из трех элементов при стехиометрическом составе. Синтез порошков микрокристаллов проводятся при высоких температурах, выше 1500 С. Синтез при высоких температурах многокомпонентных систем обычно приводит к нестехиометричности состава полученных кристаллов, и образованию различных видов дефектов решетки, в том числе антидефектов.

В настоящей работе приведена модель энергетической структуры ИАГ люминофора.

Ширина запрещенной зоны ИАГ кристалла равна $\sim 6,4$ эВ [1]. Следовательно, в широком диапазоне от 4 до 6 эВ оптическое возбуждение приводит к созданию электронных возбуждений, которые передают одинаковым образом энергию центрам свечения. На рисунке 1 приведены спектры возбуждения и поглощения ИАГ люминофора. Показатель поглощения излучения люминофорами в области 4 - 6 эВ в хорошо люминесцирующих монокристаллах и керамике ИАГ:Се превышает 10^2 см^{-1} . Столь высокие значения показателя поглощения в широкой области спектра свидетельствуют о существовании большого количества центров поглощения, то есть существовании дополнительной структурной фазы. Такой фазой, вероятно, является совокупность нанодфектов [2]. Тогда энергетическую структуру ИАГ:Се микрокристалла можно представить себе как встроенную энергетическую матричную зонную структуру, зонную структуру нанодфекта с центрами свечения в нем [3]. В широкой области спектра 4-6 эВ люминесценция возбуждается без создания собственных электронных возбуждений. Предполагается, что поглощение и возбуждение люминесценции в области от 4-6 эВ обусловлено инициированием межзонных переходов в нанодфекте.

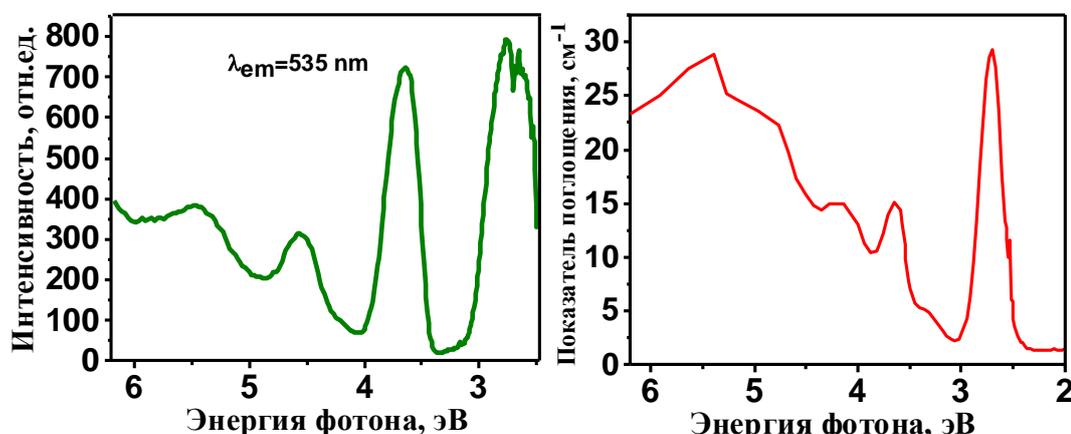


Рисунок 1 – Спектры возбуждения и поглощения ИАГ люминофора

Энергетическая структура кристалла ИАГ с нанодфектами может быть представлена как вложенную в матричную структуру фазу нанодфектов (рисунок 2). Нанодфекты представляет как совокупность, набор всех видов дефекта, то есть в своем составе имеют все химические элементы: Y, Al, O, активатор – Се, другие примеси, а также собственные дефекты: антидефекты, вакансии и междоузлия для компенсации зарядовых и размерных различий. К вводимым собственным дефектам нужно отнести не только вакансии и ионы в междоузлиях, но и все варианты антидефектов. Совокупность нанодфектов представляет собою отдельную новую фазу, которая имеет свою энергетическую и пространственную структуру. Очевидно, что состав нанодфектов в сильной степени зависит от

технологических режимов при синтезе люминофора. Поэтому и энергетическая структура зон нанодфектной фазы может отличаться от люминофора к люминофору.

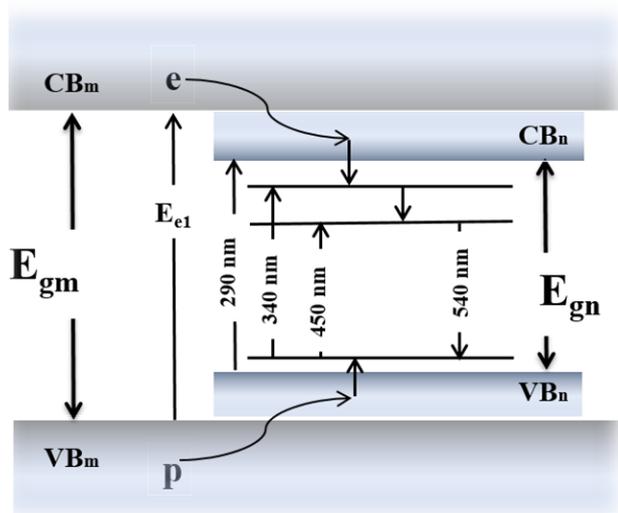


Рисунок 2 – Спектры возбуждения и поглощения ИАГ люминофора

На рисунке 2 E_{gm} и E_{gn} зона запрещенных переходов в матрице и нанодфекте. $E_{e1,2..n}$ $E_{l1,2..n}$ -возможные поглощательные и излучательные электронные переходы. Центр свечения является элементом нанодфекта, поэтому энергетические уровни центра свечения расположены в нанодфекте. Нанодфект является эффективной ловушкой для электрона и дырки. Оптическое возбуждение люминофоров в области полос на 340 и 460 нм (E_{e3} , E_{e4}) приводит к прямому возбуждению центров свечения, которое завершается излучением E_{l1} в области 540 нм.

Список литературы

1. Tomiki T., Akamine H., Gushiken M., Kinjon Y., Miyazato M. [et al.]. Ce^{3+} Centres in $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG) Single Crystals // Journal of the Physical Society of Japan. -1991.-V. 60.-P.2437-2445
2. Lisitsyna L.A., Lisitsyn V.M. Composition Nanodefьects in Doped Lithium Fluoride Crystals // Physics of the Solid State. – 2013.-V.55. - № 11.-P. 2297–2303
3. Тулегенова А.Т., Лисицын В.М., Абдуллин Х.А., Степанов С.А., Гусейнов Н.Р. Нанодфекты в микрокристаллах люминофоров на основе ИАГ: XVI международная молодежная конференция по люминесценции и лазерной физике. -Село Аршан, Республика Бурятия, Россия, 2–7 июля, 2018 г.