

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Костюкова Антона Ивановича «Исследование фотолюминесценции наночастиц оксида алюминия, полученных лазерным испарением», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика».

Диссертационная работа Костюкова А. И. посвящена экспериментальному исследованию электронной структуры собственных (кислородные вакансии в различных зарядовых состояниях и их агрегатные центры) и примесных (3d- и 4f-элементы) центров фотолюминесценции в порошках наночастиц Al_2O_3 , полученных испарением мишеней из разных фаз Al_2O_3 излучением непрерывного CO_2 -лазера. Основные результаты исследования заключаются в следующем:

- изучены кристаллическая структура, морфология и элементный состав наночастиц Al_2O_3 , $\text{Cr}:\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Eu}:\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{Tb}:\text{Al}_2\text{O}_3$, полученных в разных технологических условиях;
- обнаружена и исследована люминесценция собственных F- и агрегатных F_2 -центров и примесных 3d-элементов ($\leq 10^{-3}$ масс.%) – Cr^{3+} , Fe^{3+} , Mn^{4+} и Ti^{3+} в нелегированных наночастицах Al_2O_3 ;
- исследованы спектрально-кинетические свойства ионов Cr^{3+} ($C(\text{Cr}^{3+}) = 10^{-4} - 1.0$ масс. %) в наночастицах Al_2O_3 с размерами частиц от 6 нм до 21 нм. Проведена оценка силы кристаллического поля. Исследована локальная кристаллическая структура наночастиц Al_2O_3 , используя структурно-чувствительный люминесцентный зонд – ионы Cr^{3+} ;
- Анализ спектров люминесценции показал, что в наночастицах Al_2O_3 ионы Eu встраиваются в кристаллическую решётку Al_2O_3 в состояниях Eu^{3+} и Eu^{2+} в кристаллографические позиции с локальной симметрией C_{3v} . Стабилизация ионов Eu^{2+} в Al_2O_3 происходит за счёт заряженных кислородных вакансий;
- Сказано, что сила кристаллического поля в локальном окружении примесных ионов уменьшается при переходе от крупных кристаллитов к наночастицам, а также происходит увеличение излучательного времени жизни $d - d$ и $f - f$ переходов. Наблюдаемые эффекты автор связывает с особенностями наноразмерного состояния Al_2O_3 . Также автор установил влияние ОН-групп на кинетику люминесценции примесных центров.

Научная новизна диссертационной работы и её практическая ценность не вызывают сомнений. На основании материала, изложенного в автореферате, можно заключить, что диссертация Костюкова А. И. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу. Основные результаты диссертационного исследования изложены в 3 рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, и 4 раза доложены на российских и международных конференциях.

В качестве замечаний к автореферату можно отметить следующее:

1. Очень малое количество иллюстративного материала научных результатов, представленных в автореферате. Разложение кинетики люминесценции на составляющие экспоненциальные функции, спектры возбуждения и спектры люминесценции, их разложение было бы нагляднее представить в виде графиков и кривых.
2. В тексте автореферата часто употребляется выражение «локальная структура наночастиц / наноразмерных...». Не ясно, что имеет в виду под термином «локальная структура»? Кристаллическая структура или морфология наночастицы?

3. Из текста автореферата непонятно, как автор устанавливает уменьшение силы кристаллического поля в позициях ионов Cr^{3+} , на основе чего автор делает заключение об увеличении времени излучательного распада возбужденного состояния ионов Cr^{3+} . Увеличение времени распада в кристаллических наночастицах может быть связано вовсе не с изменением кристаллического поля.
4. В разделе 3.2 указано, что кинетика люминесценции ионов Cr^{3+} раскладывается на 2 моноэкспоненциальные функции, но в то же время говорится об одной кристаллографической позиции ионов Cr^{3+} . Почему автор полагает, что кинетика люминесценции является суммой двух экспонент? Это же замечание справедливо к выводам о немоноэкспоненциальности кинетики люминесценции ионов Fe^{3+} .
5. Справедливо сделан вывод, что OH^- и CO_x -группы вероятнее всего являются эффективными тушителями люминесценции собственных примесей Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ti^{3+} . Однако, утверждение о том, что тушители располагаются только на поверхности наночастиц, является весьма спорным, поскольку никакими другими методами не показано их расположение на поверхности наночастиц. Что запрещает примесям - тушителям люминесценции находиться в объеме наночастиц Al_2O_3 ?
6. Раздел 5.1.4. Непонятно, каким методом установлено, что вакансия кислорода находится в 1-й координационной сфере по иону Eu^{3+} .
7. Раздел 5.1.4. Откуда следует, что в структуре Al_2O_3 может быть несколько оптических центров ионов Eu^{3+} , в то время как для ионов Tb^{3+} – утверждается наличие одного оптического центра?

Указанные замечания не являются принципиальными и не умаляют важность и значимость полученных автором результатов.

В связи с вышеизложенным считаю, что диссертация «Исследование фотолюминесценции наночастиц оксида алюминия, полученных лазерным испарением» удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор Костюков Антон Иванович заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «Оптика».

Старший научный сотрудник
кандидат физико-математических наук, 01.04.21 «Лазерная физика»
Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН,
119991 Москва, ул. Вавилова, 38
Контактный телефон 8(499)503-87-77(доб. 3-60)
Попов Александр Владимирович

Подпись Попова А.В. удостоверяю
Ученый секретарь д.ф.-м.н.
Дата



Подпись