

## Отзыв

### на автореферат кандидатской диссертации Штанг Т.В. «Моделирование процессов зарядки и люминесценции при облучении электронами наноструктурных оксидов кремния и алюминия»

Тема работы актуальна в связи с широким использованием нанокристаллических диэлектриков и ультрамелкозернистых керамик в различных областях науки и техники. Катодолюминесценция часто применяется в качестве метода диагностики дефектно-примесного состава таких объектов. При этом неизбежна зарядка диэлектрика, которая вызывает изменение зонной структуры и транспорта носителей заряда. Однако, влияние этого фактора на люминесценцию до сих пор слабо изучено. Кроме того, явление зарядки важно при рассмотрении электронно-эмиссионных, оптических и электрических свойств наноструктурированных диэлектриков, например, при рассмотрении физических процессов переключения и формовки в приборах нового класса – мемристорах.

В работе на основе компьютерного моделирования детально проанализированы кинетические и пространственные характеристики зарядки диэлектриков, в том числе наноструктурированных (на примере  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), при облучении электронами в типичных для катодолюминесценции режимах. Получены важные, не всегда интуитивно предсказуемые результаты по распределению заряда, электрического поля и их влиянию на ток. Весьма интересны данные по времени затухания импульсной катодолюминесценции в наноструктурах по сравнению с монокристаллами, а также предсказание немонотонной зависимости этой величины от размера зерна. Показано, что учет электрического поля существенно изменяет время затухания послесвечения.

В работе также приведены некоторые экспериментальные результаты по фотоломинесценции монокристаллов и керамики  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в сравнении с результатами расчетов.

Работа выполнена на высоком научном уровне, характеризуется глубоким знанием предмета, свидетельствует о хорошем владении современными средствами компьютерного моделирования и умении адекватно интерпретировать результаты.

Вместе с тем, судя по автореферату, можно отметить определенные *недостатки*.

1) При описании алгоритмов моделирования процессов зарядки автор не приводит схемы экспериментов, для которой проводились расчеты. Отсюда возникает ряд вопросов: где располагаются токовые электроды, учитываются ли продольные (по отношению к нормали) и поперечные (поверхностные) утечки, каков вклад (и как он учитывается) электронейтральной области диэлектрика в результирующее сопротивление, какую роль играет соотношение между пробегом электронов и полной толщиной диэлектрика?

Вх. № 05 - 19/1 - 254  
от 17.11.14 г.

2) Учитывались ли и как предпробойные явления, диффузионное и дрейфовое расщепления профиля носителей; безызлучательная рекомбинация при анализе люминесценции? Последняя играет особенно большую роль для наноматериалов из-за высокой степени дефектности вблизи границ зерен.

3) Из автореферата не ясно, проводилась ли автором экспериментальная проверка результатов моделирования катодолюминесценции. Упоминается о сравнении с данными работы [7], но не приведены конкретно результаты самого сравнения, поэтому нельзя судить о степени соответствия.

4) Сравнение расчетных и экспериментальных данных на рис. 7 и 8 показывает наличие заметных расхождений, но они не комментируются.

Эти замечания не снижают общей оценки диссертации, которая представляет собой законченный научный труд, вносит важный вклад в физику конденсированного состояния. По своему объему, научному уровню и значению результатов диссертация вполне удовлетворяет всем требованиям ВАК, а ее автор Т.В. Штанг заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, д.ф.м.н., проф. Тетельбаум Давид Исаакович

Адрес: 603950, г.Н.Новгород, пр.Гагарина, 23, корп.3

e-mail: [tetelbaum@phys.unn.ru](mailto:tetelbaum@phys.unn.ru)



7 ноября 2014 г.