



International Scientific Forum
NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGIES
dedicated to the 60th anniversary of the
Institute of Nuclear Physics

ABSTRACTS

11th International Conference «Nuclear and Radiation Physics»

International Conference «Nucleus-2017» (67th Meeting on
Nuclear Spectroscopy and Atomic Nucleus Structure)

8th Eurasian Conference «Nuclear Science and its Application»

September 12-15, 2017
Almaty, Republic of Kazakhstan

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДЕТЕКТОРА ИЗ ОСОБО ЧИСТОГО ГЕРМАНИЯ

Алейников Ю.В., Попов Ю.А., Прозорова И.В.

Институт Атомной Энергии НЯЦ РК, Красноармейская 10, Семипалатинск-21, 490060, Казахстан
Fax (7-322512)3125, E-mail: Prozorova@nnc.kz

Одной из важнейших современных проблем геоэкологии является разработка методов и средств контроля радиационного фона естественного и техногенного происхождения на основе высокоточных портативных полупроводниковых детекторов. Известные способы расчета таких детекторов по методу Монте-Карло широко применяются в области радиационной безопасности: радиационная защита, расчеты ядерных реакторов, экранирование и моделирование детекторов, проводятся расчеты радиационных параметров полей источников ионизирующего излучения. Программа MCNP, реализующая метод Монте-Карло является инструментом моделирования для переноса излучения, в основном в тех случаях, когда измерения затруднены или практически не выполнимы. В данной работе программа MCNP использовалась для моделирования детектора из особо чистого германия ОЧГ Ge(Li) и методики по улучшению определения функции отклика для данного типа детектора. Результаты, полученные при моделировании являются достаточно точными, имеется хорошие совпадения между модельными и экспериментальными данными.

Моделирование детектора из ОЧГ с помощью метода Монте-Карло важно для получения эффективности регистрации в случае образцов с нестандартной геометрией и при больших выборках, когда эффективность сложно оценить экспериментально. В данной работе представлены расчеты эффективности полупроводникового детектора, широко используемого в нашей лаборатории для различных образцов, которые были выполнены для геометрии с точечным источником, и затем параметры детектора были оптимизированы с 5 % погрешностью между MCNP и экспериментальной эффективностью на различных расстояниях от детектора. Оптимизированная геометрия детектора затем была подтверждена эффективным переносом в другие геометрии.

В ходе проведенных расчетов выявлено влияние некоторых параметров кристалла детектора на результаты расчета эффективности регистрации гамма-квантов различных энергий:

- радиус детектора в большей степени влияет на угол наклона кривой эффективности в области низких энергий;
- эффект «мертвого слоя» будет иметь большее значение для низкоэнергетических гамма-квантов, в то время как эффект глубины технологического отверстия будет иметь большее значение для гамма-квантов с энергией выше 1,0 МэВ;
- с увеличением глубины технологического отверстия угол наклона кривой эффективности меняется в большей степени в области высоких энергий. Таким образом, можно сделать вывод о существенном влиянии геометрических параметров кристалла на эффективность регистрации детектора.

Изменяя геометрические размеры кристалла детектора, которые оказывают значительное влияние на эффективность детектора, можно добиться максимального совпадения расчетных и экспериментальных значений эффективности регистрации детектора. Использование метода Монте-Карло полезно при моделировании системы «источник – детектор» для случаев анализа радиоактивных поглощающих образцов с нестандартной геометрией, когда форма и плотность анализируемого образца и калибровочного источника различаются.

СТРУКТУРА, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК CuO_x , ПОЛУЧЕННЫХ ПИРОЛИЗОМ ГАЛОГЕНИДОВ МЕДИ

Мигунова А.А., Антощенко В.С., Францев Ю.В.

КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, anastassiya.migunova@gmail.com

Материалы на основе CuO_x представляют интерес в связи с возможностью их использования в качестве светопоглощающих слоев солнечных элементов и селективных покрытий солнечных коллекторов, в установках фотоэлектрохимического разложения воды, электродных материалов для получения водорода и гетерогенных катализаторов, твердотельных газовых сенсоров и СВЧ диэлектриков.

Условно технологические процессы можно разделить на «сухие», отличающиеся использованием особо чистых сырьевых компонентов, и так называемые «мокрые» или химические методы, в которых чистота прекурсоров во всем мире оставляет желать лучшего, но они отличаются простотой и не требуют сложного дорогостоящего оборудования и специалистов. К сухим методам относят термическое окисление, магнетронное распыление и осаждение из газовой фазы, к «мокрым» - золь-гель технологию, электроосаждение и

распылительный пиролиз. В большинстве выполненных ранее исследований были получены смешанные фазы, состоящие из Cu, CuO и Cu₂O, что является основной проблемой при использовании синтезированных слоев в качестве активного компонента электронных устройств. Другими недостатками этих методов являются низкая скорость роста (сложность получения пленок толщиной более 1 мкм), применение дорогостоящего оборудования, многоступенчатых и высокотемпературных процессов. В настоящей работе предложен новый метод синтеза пленок CuO и Cu₂O – каталитическое термическое разложение галогенидов меди, исследованы состав и свойства пленок.

Суть метода заключается в обработке медных порошков различной зернистости (в нашем случае это были порошки 100, 200 и 300 меш) водными растворами хлорида меди или йодида калия в присутствии сернической меди для активации этих порошков. С увеличением времени пиролиза толщина пленок увеличивалась. Контроль толщины осуществлялся гравиметрическим методом с использованием электронных весов CPA 225D (Sartorius) с ценой деления 0,01 мг. В случае хлоридной методики, порошок CuCl₂ на поверхности частиц медного катализатора выше 80 °C разлагается до CuCl, затем окисляется выше 230 °C до CuO. При температурах выше 250 °C с увеличением времени пиролиза от 20 до 40 мин в покрытиях CuO увеличивается присутствие недоокисленной фазы Cu₂O. Следует также отметить влияние зернистости порошкового катализатора на скорость диффузии кислорода к поверхности роста пленки. Чистую монофазу Cu₂O удается получить в интервале 450-550 °C. По йодидной методике пиролиза пленки Cu₂O получают после разложения CuI на поверхности частиц катализатора выше 350 °C после реакции между KI и медным купоросом при комнатной температуре. Все пленки оксидов меди на стеклянных подложках механически чрезвычайно устойчивы. Превосходная адгезия отмечается также на кварцевых, алюминиевых, керамических подложках и слюде, на стали покрытия отслаиваются. Пленки оксидов меди, полученные по хлоридной методике, имеют большую шероховатость поверхности, чем выращенные по йодидной методике. Шероховатость оценивалась количественно с использованием измерителя TR200 <http://ndt1.ru/product/tr200/>, выполненного на основе высокоточного индуктивного датчика с алмазным стилусом.

Состав порошков для пиролиза и выращенных из них пленок исследован методом рентгеновского фазового анализа (РФА) на дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker AXS, Германия). Активированные по хлоридной методике порошки показывали фазы CuCl и Cu₂O в одинаковых количествах до и после пиролиза при 300 °C за 30 мин. По йодной методике пиролиза следует отметить 100-мешный катализатор, на который приходится наименьшее количество CuI, тем не менее способного наиболее полноценно при 400 °C перейти в фазу Cu₂O – до 75 %. Порошки 200 и 300 меш настолько активны, что без всякой термообработки переходят в оксид меди (I), что усложняет пиролиз и вызывает технологические неудобства. Поверхностный рельеф пленок CuO_x исследован с помощью универсального комплекса, совмещающего атомно-силовой микроскоп и Рамановский спектрометр Solver Spectrum (NT-MDT, Россия). Пленки сформированы из отдельных округлых кристаллитов размером 20-60 нм. Данные рамановской спектроскопии хорошо согласуются с результатами РФА.

Спектры пропускания в диапазоне 185-3300 нм и спектры отражения в области 240-2400 нм синтезированных пленок Cu₂O измерены на спектрофотометре UV-3600 (Shimadzu, Япония). Ширина запрещенной зоны пленок рассчитана по методике Тауца. В пленках CuO с увеличением температуры синтеза E_g уменьшается. Для образцов, полученных при 250, 300, 325, 350, 375 и 400 °C она составила 1,9; 1,70; 1,56; 1,42; 1,41 и 1,14 эВ. Для тонких пленок Cu₂O (порядка 60 нм) $E_g=3$ эВ, для более толстых пленок $E_g=2,52$ эВ. Холловские характеристики пленок измерены на установке HMS-3000 (Ecoria, США). Для пленок Cu₂O концентрация дырок $N_p=4,8 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$, с подвижностью $\mu=22 \text{ см}^2/(\text{В} \times \text{с})$ и удельным сопротивлением $\rho=93 \text{ Ом} \times \text{см}$, для пленок CuO $N_p=3 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$, $\mu=10 \text{ см}^2/(\text{В} \times \text{с})$, $\rho=2126 \text{ Ом} \times \text{см}$.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБМЕНА ГАЗ-ТВЕРДОЕ ТЕЛО В ЦЕРАТАХ БАРИЯ И СТРОНЦИЯ

Мунасбаева К.К. ¹, Ахымет К. ²

¹Институт ядерной физики, Алматы, Казахстан, ²КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Бариевые и стронциевые цераты обладают свойством высокотемпературной протонной проводимости и являются перспективными материалами для создания высокоэффективных экологически чистых источников энергии и других электрохимических устройств. Свойства высокотемпературных протонных проводников, в частности, и свойство самой протонной проводимости, зависят от катионного допирования этих материалов низковалентными редкоземельными металлами, которые замещая церий, создают в них кислородные вакансии. При отжиге в определенных условиях, например, в парах воды, образованные таким образом кислородные вакансии могут заполняться гидроксильными ионами, и водород, перескакивая по кислороду решетки, может создавать в этих материалах электрический ток [1].