

Изготовленные из специально отобранных кристаллов СТМ «Алмазот» датчики температуры, детекторы ионизирующих и УФ излучений имеют высокие эксплуатационные характеристики, сопоставимые с характеристиками лучших аналогов на основе природных алмазов типа IIa [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние условий синтеза на примесный состав монокристаллов алмаза марки СТМ «Алмазот» / Н.М. Казючиц [и др.] // Неорганические материалы. – 2014. – Т. 50. – № 2. – С. 1449–1461.
2. Методика визуальной оценки распределения примесей и дефектов в синтетических HPHT алмазах. / Н.М. Казючиц [и др.] // Актуальные проблемы современных наук [Электронный ресурс] – 2012. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/17_AVS_N_2012/Phisica/2_112864.doc.htm. – Дата доступа: 25.01.2013.
3. Lateral scan profiles of the recombination parameters correlated with distribution of grown-in impurities in HPHT diamond / E. Gaubas [et al.] // Diamond and related materials. – 2014. – Vol. 47. – P. 15–26.
4. Effect of nitrogen impurities on the Raman line width in diamonds / N V Surovtsev [et al.] // J. Phys.: Condens. Matter – 1999. – Vol. 11. – P. 4767–4774.
5. Zaitsev, A.M. Optical Properties of Diamonds: A Data Handbook / A.M. Zaitsev – Berlin: Springer, 2001. – 502 p.
6. Чувствительные элементы на основе синтетического алмаза для контрольно-измерительных приборов АЭС / Н.М. Казючиц [и др.] // Доклады БГУИР – 2015. – № 2 (88). – С. 139–143.
7. Теплоотвод на основе алмаза со встроенным датчиком температуры / В.А. Мартинович [и др.] // Нано- и микросистемная техника. – 2016. – Т. 18. – № 4. – С. 209–214.

ДИФфуЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ПОЛУПРОВОДНИК-МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИК

В. С. Костко

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, kostko@brsu.brest.by

Аннотация. Методами электронной оже-спектроскопии обнаружены и исследованы диффузионные процессы в светочувствительной структуре SnI_2 -Cd-стекло.

Тонкопленочные структуры полупроводник-металл-диэлектрик, в которых в качестве полупроводника используется SnI_2 , представляют практический интерес с целью нанесения металлического изображения на диэлектрическую поверхность, получения позитивно-негативных изображений, определения квантового выхода ионов металла в полупроводник. Соответствующие способы запатентованы [1–3].

На примере тонкопленочной светочувствительной структуры SnI_2 -Cd-стекло методом электронной оже-спектроскопии установлено взаимное проникновение частиц металлического и полупроводникового слоев.

Структура изготавливалась последовательным термическим вакуумным (10^{-5} мм рт. ст.) напылением на диэлектрическую подложку (стекло) слоя кадмия (в пределах 10–50 нм) и слоя полупроводника SnI_2 (от 50 до 300 нм).

Одной из самых распространенных методик анализа поверхности и границы раздела тонкопленочных структур является электронная оже – спектроскопия (далее ЭОС) [4–6]. Для получения информации о распределении химических элементов по глубине, и, в частности, о промежуточном слое светочувствительной структуры

SnI₂-Cd-стекло, использовался электронный сканирующий оже-спектрометр (Scanning Auger Multiprobe) PHI-660 фирмы Perkin Elmer (США). В данной установке возбуждение атомов осуществляется остросфокусированным электронным пучком с энергией электронов 0,1–10 кэВ. Диаметр пучка 0,1–10 мкм определяет локальность анализа в плоскости объекта исследования.

Для обнаружения таких элементов, как олово (Sn), йод (I), кадмий (Cd), кислород (O), углерод (C), в исследуемом слое регистрировались оже-переходы: KL₁L₂ (O, C), M₁N₁N₂ (Cd, Sn, I) и L₁M₁M₂ (Si, Ca).

Распределение химических элементов по глубине определяют в результате ионного распыления слоев исследуемого объекта с периодической регистрацией оже-электронов. Для распыления применялись ионы аргона с энергией 3,5 кэВ.

Исследования области контакта слоев полупроводника и металла в структуре SnI₂-Cd-стекло, проведенные методом ЭОС, показали, что атомы кадмия обнаруживались даже на поверхности полупроводникового слоя. На оже-спектре кроме линий олова и йода присутствуют линии кадмия (рисунок 1). Присутствие ионов кадмия на поверхности структуры SnI₂-Cd-стекло можно объяснить их тепловой диффузией.

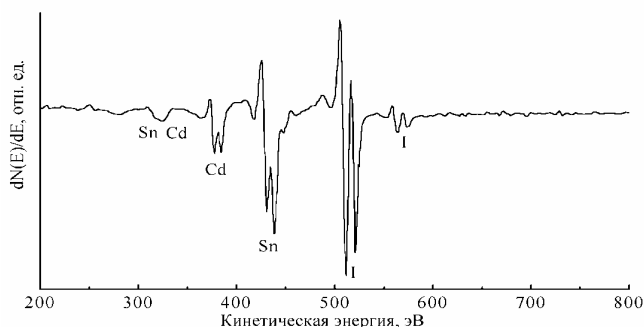


Рисунок 1. – Оже-спектр поверхности исходной структуры SnI₂-Cd-стекло

Оже-измерения, чередующиеся с распылением поверхности ионами аргона, показали, что даже в необлученных структурах SnI₂-Cd-стекло отсутствует четкая граница полупроводник-металл. Возможно, это вызвано спецификой приготовления образцов (использовался метод последовательного термического вакуумного напыления слоев металла и полупроводника), когда частицы осаждаемого на подложку вещества имеют достаточно высокую температуру, а, следовательно, высокую подвижность составных единиц. При этом возможна взаимная диффузия веществ в пограничном слое. Очевидна взаимодиффузия ионов кремния (подложка), ионов кадмия (металлический слой), ионов олова и йода (полупроводниковый слой) в области больших толщин (рисунок 2).

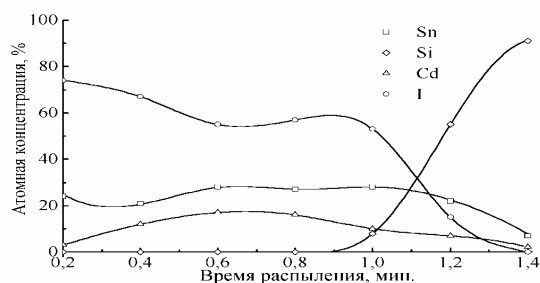


Рисунок 2. – Распределение элементов по глубине в исходной структуре $\text{SnI}_2\text{-Cd}$ -стекло

Для регистрации фотостимулированных превращений в системе полупроводник-металл-диэлектрик, было проведено облучение структуры интегральным потоком от ртутной лампы ПРК–2 с расстояния 20 см в течение 15 мин. Оже-спектр образовавшихся продуктов засветки имеет вид, представленный на рисунке 3. Видно, что двойная линия йода в этом случае заменена одинарной линией кислорода.

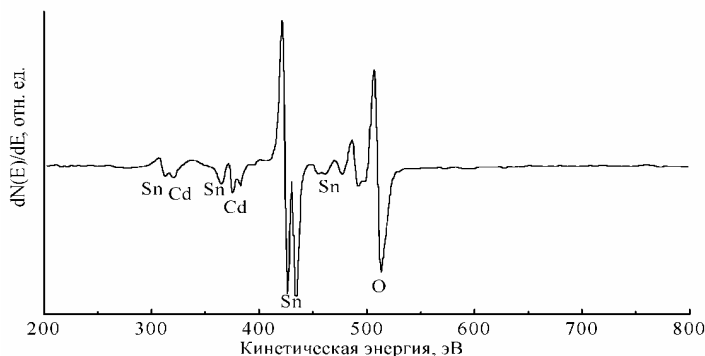


Рисунок 3. – Оже-спектр поверхности облученной структуры $\text{SnI}_2\text{-Cd}$ -стекло после ионного травления приповерхностного слоя

Распределение химических элементов по глубине для системы $\text{SnI}_2\text{-Cd}$ -стекло в результате облучения представлено на рисунке 4. Отсутствие йода свидетельствует о полном фотоокислении системы. Продуктами облучения структуры $\text{SnI}_2\text{-Cd}$ -стекло являются олово, кадмий и кислород, концентрация которых до определенной толщины практически не меняется. При более глубоком (точнее, более длительном) травлении в оже-спектре обнаруживаются линии кремния. Концентрация кремния с глубиной, естественно, увеличивается. Характерно, что кривые, соответствующие кадмию и олову, при этом не спадают резко до нулевой концентрации.

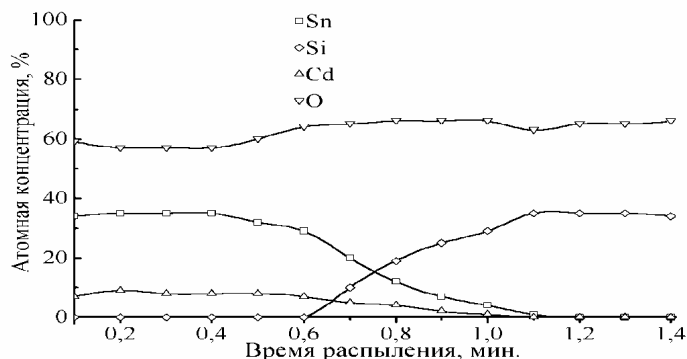


Рисунок 4. – Распределение элементов по глубине в структуре $\text{SnI}_2\text{-Cd}$ -стекло после облучения

Это свидетельствует о взаимодиффузии частиц структуры полупроводник-металл и подложки (кремния), что подтверждает обнаруженный еще на ранней стадии исследований эффект: после химического удаления следов структур полупроводник-металл и их продуктов при внимательном рассмотрении можно было видеть матовый (диффузный) след на поверхности подложки.

Предлагается модель фотодиссоциации йодида олова, состоящая из двух стадий: электронной и ионной. На первой стадии под действием света в веществе разрушаются связи, в результате чего могут появляться свободные электроны, ионы, атомы. Вторая, ионная стадия включает диффузию атомов (ионов) к местам агрегации и образование новых соединений. Эту стадию можно назвать диффузионной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ нанесения рельефного изображения на диэлектрическую подложку : пат. 8800 Респ. Беларусь, G 03F 7/32, G 03C 5/58 / В.С. Костко, О.В. Костко ; заявл. 19.11.2003 ; опубл. 30.06.2005 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. – №6 (53). – С.135.
2. Способ получения позитивного или негативного изображения на бессеребряных светочувствительных слоях : пат. 9295 Респ. Беларусь, G 03C 1/485, 5/00 / В.С. Костко ; заявл. 11.10.2004 ; опубл. 30.06.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – №6 (56). – С. 139.
3. Способ определения квантового выхода ионов металла в полупроводник в светочувствительной системе полупроводник-металл: пат. 14091 Респ. Беларусь, G 01N 27/04, G 03C 8/02 / В.С. Костко ; заявл. 26.05.2008 ; опубл. 30.12.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2011. – № 1 (78). – С. 129.
4. Нефедов, В.И. Физические методы исследования поверхности твердых тел / В.И.Нефедов, В.Т. Черепин. – М. : Наука, 1983. – 296 с.
5. Анализ поверхности методами оже - и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / под ред. Д. Бриггса, М. П. Сиха; пер с англ. – М.: Мир, 1987. – 600 с.
6. Фелдман, Л. Основы анализа поверхности и тонких пленок / Л. Фелдман, Д. Майер ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 344 с.