

Н.Г. Стародубенко // Труды БГТУ. – 2016. – № 3: Химия и технология неорганических веществ. – С.21-24.

2. Комаров, М.А. Переработка отработанной серной кислоты ОАО «СветлогорскХимволокно» на синтетический гипс и высокопрочное гипсовое вяжущее / М.А. Комаров, М.И. Кузьменков, Н.Г. Короб, Д.М. Кузьменков // Международная техническая конференция «Наука и технология строительных материалов: состояние и перспективы их развития» посвященная 60-летию научно-педагогической деятельности профессора Н.М. Бобковой: материалы конференции, Минск, 25-27 октября 2017 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск 2017. С. 109–114.

УДК54.052+54.03

Студ. А. В. Романовская, магистрант Д. В. Кононович
Науч. рук. доц. В. В. Жилинский,
(кафедрахимии, технологии электрохимических производств и
материалов электронной техники, БГТУ)

СИНТЕЗ ОЛОВЯННО-МОЛИБДЕНОВЫХ ОКСИДНЫХ КОМПОЗИТОВ НА МАССИВАХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Сверхтонкие пленки и эпитаксиальные гомо- и гетерослоии оксидов олова и молибдена широко используются при создании эффективных фотопреобразователей, излучателей и сенсоров, а также для получения биполярных и полевых транзисторных структур на основе полупроводниковых соединений[1].

В последние несколько лет определилось новое направление организации наноструктурированных пленочных композитов, которое связано с использованием высокоупорядоченных матриц из углеродных нанотрубок. При совмещении методов нанопористого анодирования алюминия и последующего формирования в пористой матрице массивов углеродных нанотрубок открываются возможности для формирования уникальных пленок для перспективных светодиодов, микросенсоров, солнечных батарей и различных элементов микроэлектроники (тонопленочные резисторы, конденсаторы малой емкости, катушки индуктивности и др.)[2].

В данной работе проводились исследования процесса формирования оловянно-молибденовых оксидных пленок из водных растворов методом послойного осаждения на массивах углеродных нанотрубок (УНТ).

В качестве образцов использовали кремниевые подложки n-типа проводимости (4,5 Ом·см) с кристаллографической ориентацией (111), на которые методом магнетронного напыления в вакууме был нанесен слой Al толщиной 1,2 мкм. Формирование АОА проводили согласно электрохимической методике [3-4]. Углеродные нанотрубки (CNANO, США) наносили путем погружения АОА в их суспензию в пропиленкарбонате (0,5 мас.% УНТ).

Синтез оксидных композитов осуществляли методом химического осаждения на поверхность УНТ гидроксидов молибдена и олова (Рисунок 1).

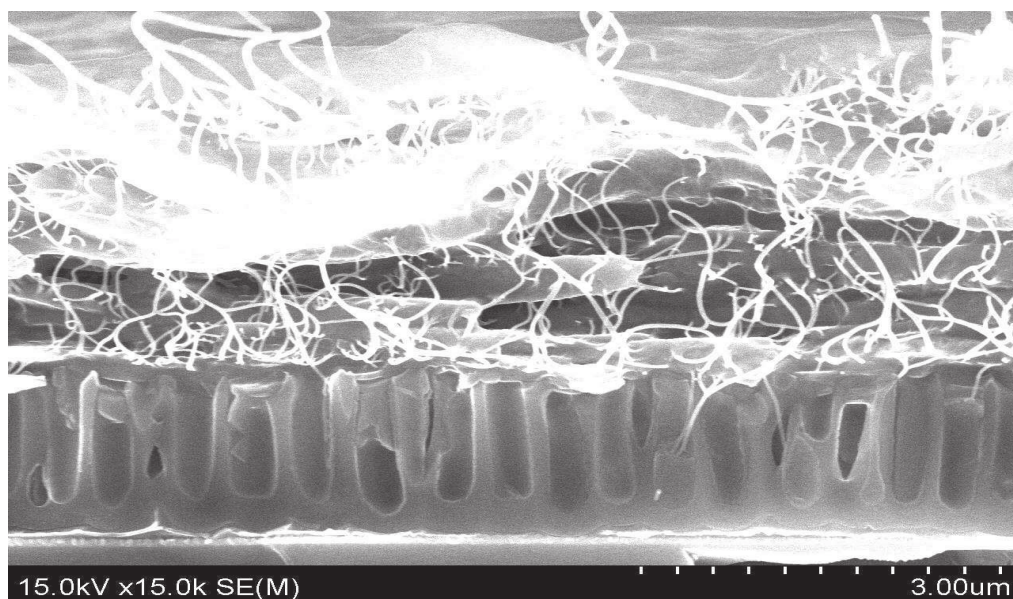


Рисунок 1 – Микрофотография скола системы $\text{Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{УНТ}/\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{O}_z$ до обжига

Полученный таким образом слой гидроксида на поверхности АОА после естественной сушки подвергали отжигу в аргоне при температуре 750⁰С в течение 30 мин (Рисунок 2).

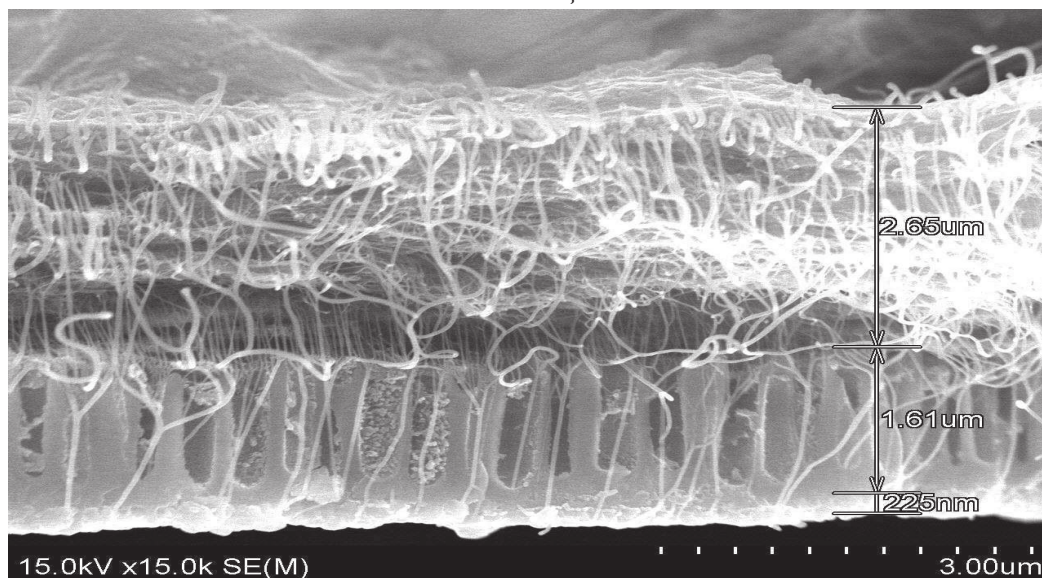


Рисунок 2 – Микрофотография скола системы Si/Al₂O₃/УНТ/Sn_xMo_yO_z после обжига при 750°C в аргоне

После обжига системы Si/Al₂O₃/УНТ/Sn_xMo_yO_z наблюдается столбчатая структура нанотрубок с образовавшимся на них оксидным слоем, однако кристаллиды оксида не наблюдаются в пористой матрице, которая выполняла только роль ориентанта углеродных нанотрубок. Для формирования пленок из смешанных оксидов (MoO₃–SnO₂) чередовали слои различных гидроксидов металлов. Операции по нанесению повторяли 2-6 раз.

Элементный анализ Si/Al₂O₃/УНТ/Sn_xMo_yO_z показал присутствие молибдена (13,8 мас.%), кислорода (37,3 мас.%), углерода (24,8 мас.%), олова (18,4 мас.%) и алюминия (5,2 мас.%), что указывает на металл-оксидный характер образованной пленки на поверхности углеродных нанотрубок. Рентгено-фазовый анализ сформированных оксидных пленок Sn_xMo_yO_z после обжига при 750°C в аргоне показывает присутствие отдельных фаз оксидов MoO₃, MoO₂, MoO и Al₂O₃. Отсутствие фазы оксида олова указывает на формирование твердых растворов на основе оксидов молибдена.

Таким образом, полученный слой Sn_xMo_yO_z на массивах углеродных нанотрубок представляет собой смесь из оксидов MoO₃, MoO₂, MoO допированных оловом. Углеродные трубки в данном случае являются структурообразующей компонентой покрытия, значительно увеличивая удельную поверхность и закрепляя его в порах анодно-оксидной матрицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов, С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нано- электроники / С.А. Гаврилов, А. Н. Белов: учебное пособие. □ М: «Высшее образование»; 2009. - 257 с.
2. Zhylynski, V.V. The Chemical Deposition of Multicomponent Films in Nanoporous Anodic Alumina / V.V. Zhylynski, G.G. Gorokh, N.V. Bogomazova // The Book of Abstracts of the 12th International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (Nanosmat), Paris, 11-13 September 2017; Chief Editor: A. Taleb. – Paris: Pierre & Marie Curie University, 2017. – P. 131.
3. Formation of multicomponent matrix metal oxide films in anodic alumina matrixes by chemical deposition / G. G. Gorokh [et al.] // J. Phys.: Conf. Ser. – 2016. – Vol. 917, N. 9. – P. 362-367
4. Химический синтез смешанных металлооксидов $S_nxM_oyO_z$ в матрицах анодного оксида алюминия / Г.Г. Горох [и др.] // Наноструктурные материалы – 2016: Беларусь – Россия – Украина: НАНО–2016 : материалы V Междунар. науч. конф., Минск, 22–25 нояб. 2016 г. / ред. совет: П.А. Витязь (пред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 168-171.

УДК 544.354.5[004.9:51]

Студ. Е. В. Никонов, Ю. С. Красовская, И. А. Шкода
Науч. рук. асс. И. В. Шуляк, доц. И. Е. Малашонок,
(кафедрах химии, технологии электрохимических производств
и материалов электронной техники, БГТУ)

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ГЕТЕРОГЕННЫХ РАВНОВЕСИЙ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ, РЕАЛИЗОВАННЫХ В MATHCAD

Равновесный процесс в насыщенном растворе малорастворимого электролита можно представить следующим образом:



Для описания данного равновесного процесса используется константа, называемая произведением растворимости ПР (или K_{sp}):

$$ПР = a_A^m \cdot a_B^n,$$