

1. Колобов Ю. Р. Технологии формирования структуры и свойств титановых сплавов для медицинских имплантатов с биоактивными покрытиями // Российские нанотехнологии. Нанобзоры. 2009. Т. 4, № 11–12. С. 19–31.
2. Matthias Friedrich Funk. Microstructural stability of nanostructured fcc metals during cyclic deformation and fatigue: dissertation. Karlsruhe. 2012. P. 1–161.
3. Колобов Ю. Р., Корнеева Е. А., Храмов Г. В. [и др.]. Динамо-механический анализ и термомеханическая стабильность наноструктурированного технически чистого титана в интервале температур 20–600 °С // Российские нанотехнологии. 2013. Т. 8, вып. 5–6. С. 20–24.

ХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СМЕШАННЫХ МЕТАЛЛОКСИДОВ $\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{O}_z$ В МАТРИЦАХ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Г. Г. Горох¹, А. И. Захлебаева¹, А. В. Пянко², В. В. Жилинский²,
Н. В. Богомазова²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
Минск, Беларусь, e-mail: gorokh@bsuir.by

²Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь,
e-mail: zhilinski@yandex.ru

Полупроводниковые металлооксидные пленки благодаря высокой чувствительности электропроводности к составу поверхности нашли широкое применение в качестве материалов чувствительных слоев газовых сенсоров [1]. Структурирование металлооксидных пленок путем нанесения на высокоупорядоченные нанопористые матрицы анодного оксида алюминия (АОА) позволяет увеличить эффективную площадь взаимодействия металлооксидов с молекулами газовой среды и тем самым повысить их чувствительность [2]. Одним из путей увеличения селективности и улучшения адсорбционно-каталитических и электронных свойств металлооксидов является формирование смешанных оксидов металлов с варьируемой морфологией, размером зерен и аспектным отношением площади поверхности формируемых пленок к их толщине [3]. В данной работе представлены результаты электрофоретического осаждения $\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{O}_z$ в матрицы АОА и исследования микроструктуры и состава сформированных систем.

Низкопрофильные матрицы АОА толщиной ~ 1 мкм формировали методом двухстадийного электрохимического анодирования 1,2 мкм Al, напыленного на Si подложки, в 0,4 М растворе H_3PO_4 при напряжении анодирования 160 В и плотности тока 4 мА/см² [4]. Сформированный на первой стадии анодирования пористый оксид (рис. 1, а) селективно удаляли в фосфорно-хромовом растворе для структурирования поверхности непроанодированного алюминия отпечатками оксидных ячеек (рис. 1, б), после чего формировали упорядоченный слой АОА (рис. 1, в). Для расширения пор до 220 нм сформированные матрицы выдерживали в водном растворе $\text{CrO}_3\text{:H}_3\text{PO}_4$ при $T = 60$ °С (рис. 1, г). Синтез соединения $\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{O}_z$ в сформированных матрицах АОА проводили послойным осаждением с чередованием слоев из гидроксидов олова

и молибдена. Электрофоретическое осаждение слоя коллоидного гидроксида олова (II) в матрицы АОА осуществляли при анодной поляризации электрода и напряжении 50 В в течение 60 с из водного раствора 0,01 М $K_2[Sn(OH)_4]$ и 0,01 М K_2SO_4 при pH = 8 (рис. 1, д). Полученный слой после естественной сушки на воздухе отжигали в течение 60 мин в кислород-азотной смеси при $T = 750\text{ }^\circ\text{C}$ для перехода Sn^{+2} в Sn^{+4} (рис. 1, е). Осаждение слоя гидроксида молибдена проводили путем частичного электрохимического восстановления молибдат-ионов из раствора 0,01 М $(NH_4)_2MoO_3$ при катодной поляризации электрода и напряжении 50 В в течение 60 с. Образовавшийся слой подвергли естественной сушке, после чего отжигали в кислород-азотной смеси при $T = 750\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 120 мин для формирования соединения $Sn_xMo_yO_z$. Повторяя операции осаждения гидроксидов олова и молибдена, формировали структуры, содержащие 30 слоев $Sn_xMo_yO_z$.

Электронно-микроскопические исследования сформированных структур показали равномерное распределение наноструктурированной пленки $Sn_xMo_yO_z$ по поверхности и в порах АОА (рис. 2).

Обнаруженные в спектре исследуемых структур линии соответствовали элементному составу исходной матрицы и осажденной пленки: 1,432 эВ – Al; 0,56 эВ – O; 1,77 эВ – Si; 2,32 эВ – Mo; 3,44 эВ – Sn (рис. 3).

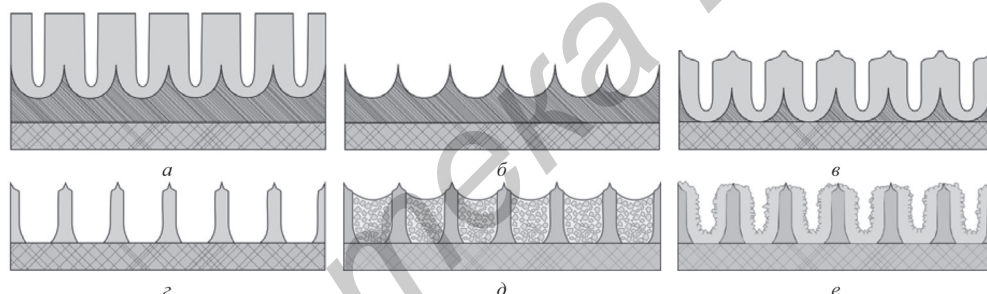


Рис. 1. Методика формирования металлооксидов $Sn_xMo_yO_z$ в матрицах АОА: двухстадийное анодирование Al (а–б); расширение пор АОА (в); электрофоретическое осаждение гидроксидов металлов в матрицу АОА (д); отжиг сформированных структур (е)

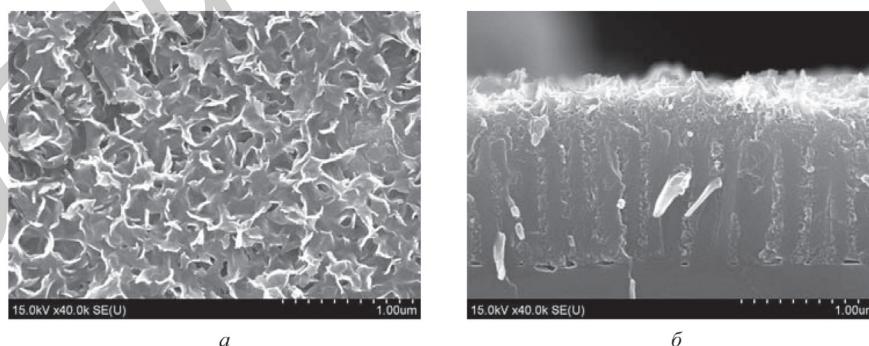


Рис. 2. Фотографии поверхности (а) и скола (б) матрицы АОА с нанесенной пленкой $Sn_xMo_yO_z$

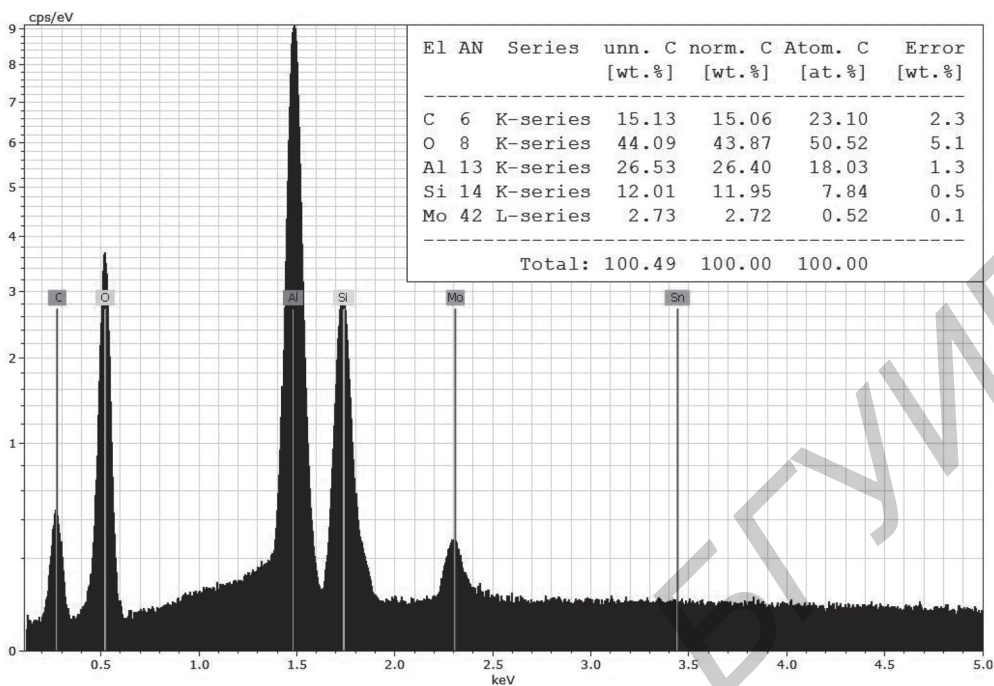


Рис. 3. Рентгенограмма состава пленки $\text{Sn}_x\text{Mo}_y\text{O}_z$, осажденной в матрицу АОА

Таким образом, осаждение смешанных металлооксидов выбранного состава в матрицы АОА позволяет создавать высокоструктурированные пленки с контролируемой микрогеометрией и толщиной, перспективные для дальнейшего применения в газовых сенсорах и сенсорных микросистемах.

1. Румянцева М. Н., Коваленко В. В., Гаськов А. М. [и др.] // Рос. хим. журн. 2007. LI (6). 61.
2. Захлабаева А. И., Ткач А. Н., Пянко А. В. // Новые направления развития приборостроения: материалы Междунар. научн.-техн. конф. Минск: БНТУ, 2016. С. 239.
3. Кривецкий В. В., Румянцева М. Н., Гаськов А. М. // Успехи химии. 2013. 82 (10). 917.
4. Жилинский В. В., Пянко А. В., Богомазова Н. В. [и др.] // Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы Междунар. научн.-техн. конф. Минск: БГТУ, 2015. С. 223.