

Н.В. Богомазова, доц., канд. хим. наук;
В. А. Боброва, инж.; Е.А. Гертман, студ.;
А.Н. Мурашкевич, проф., д-р техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТРИЧНО-ПЛЕНОЧНЫХ ОКСИДНЫХ СТРУКТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОСАЖДЕНИЯ И НАСЛАИВАНИЯ

Современные технологические подходы к производству электронных устройств во многом базируются на комплексном использовании разнообразных физико-химических процессов, что позволяет формировать сложные функциональные гетероструктуры. Примером таких объектов являются матрично-пленочные структуры, которые включают пористую диэлектрическую матрицу с развитой упорядоченной топологией и тонкий функциональный слой, обладающий заданными свойствами, например, фотоактивностью, хемочувствительностью и другими.

В наших экспериментах в качестве матрицы использовался анодный оксид алюминия, полученный с помощью электрохимической технология самоупорядоченного роста пористого оксида при анодировании алюминия. В качестве методов формирования профилированных функциональных оксидных слоев нами использованы методы химического осаждения или ионного наслаивания различных прекурсоров. В частности для формирования матрично-пленочных структур $n\text{-Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ использовалось химическое осаждение из растворов частично гидролизованного TiCl_4 . В случае структур $n\text{-Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Sn}_x\text{W}_y\text{O}_z$ использовался метод анионно-катионного наслаивания.

Исследование полученных структур с помощью растровой электронной микроскопии показало, что использованный метод химического осаждения не позволил обеспечить однородное заполнение пористой матрицы функциональным наполнителем даже в случае индивидуального оксида TiO_2 . Осаждение оксида происходило на поверхности пористой матрицы (рис. 1, а), что существенно снижает площадь контакта функционального слоя как в рамках гетероструктуры $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, так и с окружающей средой. Некоторое увеличение степени заполнения пористой матрицы наблюдалось при использовании ультразвуковой обработки подложки в ходе осаждения (рис. 1, б).

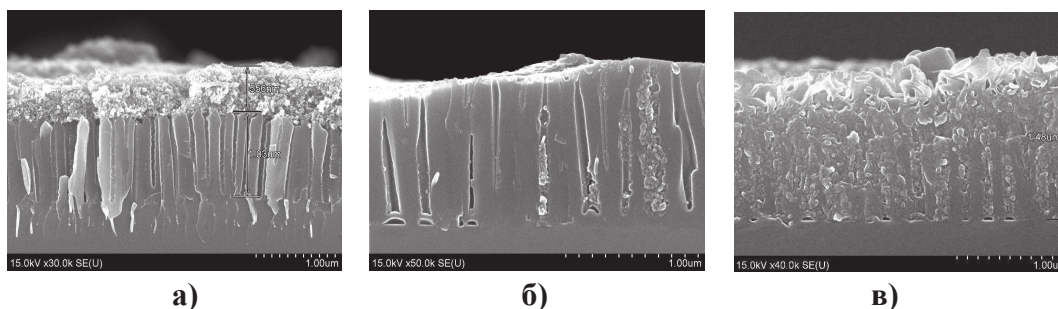


Рисунок 1 – Микроскопические изображения сколов структур $n\text{-Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (а, б) и $n\text{-Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Sn}_x\text{W}_y\text{O}_z$ (в), сформированных методом химического осаждения (а, б) или ионного наплавления (в)

Более перспективным методом конформного формирования функциональных слоев в пористой матрице представляется технология наплавления, которая является примером использования самоорганизующихся хемосорбционных процессов и может быть реализована в варианте атомного, молекулярного, ионного, коллоидного наплавления [1]. В наших экспериментах данный метод использовался для формирования матрично-пленочных структур $n\text{-Si}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Sn}_x\text{W}_y\text{O}_z$ варианте «окисление катиона-обмен». В качестве исходных растворов катионной обработки использовался 0,1 М SnCl_2 , а анионной обработки – 0,1 М Na_2WO_4 . Для выбора условий обработки проводились расчеты ионно-молекулярного равновесия в указанных растворах. Расчеты показали, что в растворе катионной обработки форма простого катиона Sn^{2+} преобладает на фоне других ионных и молекулярных форм (SnCl^+ , SnCl_2 , SnCl_3^-) в диапазоне $\text{pH}=0-3$, поэтому в качестве рабочего значение было принят $\text{pH}=2$. В растворе анионной обработки, где условия должны незначительно отличаться для обеспечения необратимой хемосорбции анионного слоя на обрабатываемой поверхности, в диапазоне $\text{pH}=0-3$ конкурирует присутствие поливольфрамат-иона состава $\text{HW}_6\text{O}_{21}^{5-}$, твердого оксида WO_3 и молекул вольфрамовой кислоты H_2WO_6 . Для этого раствора в качестве рабочего значение было принят $\text{pH}=3$, при котором не выпадает осадок WO_3 и преобладает анионная форма $\text{HW}_6\text{O}_{21}^{5-}$. Указанные условия позволили обеспечить однородное заполнение пористой матрицы при толщине функционального слоя 30 монослоев (рис. 1, в).

ЛИТЕРАТУРА

1. Толстой, В.П. Реакции ионного наплавления. Применение в нанотехнологии / В. П. Толстой // Успехи химии. –2006. – Т.75, № 2. – С. 183 – 199.