

УДК 544.6.5: 544.4:661

ELECTROCHEMICAL FORMATION OF ORDERED STRUCTURES OF ALUMINUM OXIDE FOR THE ELECTRONIC INDUSTRY

EGOROVA YU.A., CHERNIK A.A., ZHARSKIY I.M.

Belarusian State Technological University, Minsk; egorova.y_a@mail.ru

The results of formation of ordered structures of aluminum oxide by an electrochemical method in oxalic acid solution containing ionogenic non-isotropic surface-active substances are presented. The structure and morphology of surface films of the anodized aluminum oxide have been investigated by the method of scanning electron microscopy. It has been established that the addition of surfactants to the anodizing electrolyte leads to the change of the film structure. Thus, by varying compositions of solutions and conditions of anodizing, it is possible to change ratios of pore sizes of aluminum films

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ УПОРЯДОЧЕННЫХ СТРУКТУР ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЕГОРОВА Ю.А., ЧЕРНИК А.А., ЖАРСКИЙ И.М.

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск; egorova.y_a@mail.ru*

Представлены результаты формирования упорядоченных структур оксида алюминия электрохимическим методом в растворе щавелевой кислоты, содержащей ионогенные анизотропные поверхностно-активные вещества. С помощью растровой электронной микроскопии исследована структура и морфология поверхности пленок анодированного оксида алюминия. Установлено, что добавление поверхностно-активных веществ в электролит анодирования приводит к изменению структуры пленок. Таким образом, варьируя составами растворов и условиями анодирования, можно изменять соотношения размеров пор алюминиевых пленок.

Перспективными объектами для опто-, микро- и наноэлектроники, фотокатализаторов, сенсоров, и других объектов являются микро- и нанопористые матрицы, модифицированные функциональными материалами. Например, при создании прозрачных электропроводящих наноструктур для жидкокристаллических

устройств, используются процессы самоорганизованного роста упорядоченного анодного оксида алюминия [1].

Методология исследований

Для управления структурно-геометрическими параметрами образующейся пленки оксида алюминия в электролит щавелевой кислоты добавляли ионогенные поверхностно-активные вещества. В качестве структурообразователей использовались анизотропные поверхностно-активные вещества: додецилсульфат натрия (DSN), триметилдодециламмоний бромид (ТМ) и диметилбелзилдодециламмоний бромид (DMB).

Образцы представляли собой стеклянную подложку со слоем алюминия толщиной 1 мкм, нанесенного методом вакуумного напыления.

Для получения анодированных образцов применяли источник постоянного тока марки МНИПИ Б5-78/7. Для контроля значения температуры использовали терморегулятор ВАРТА. Цифровая регистрация хроноамперограмм производилась с помощью измерителя сопротивления Hantek 365-A. В качестве катода использовался титан марки ВТО.

Исследование структуры поверхности анодированных структур оксида алюминия проводилось с помощью растрового электронного микроскопа с системой микроанализа с безазотным энергодисперсионным детектором X-Act ADD + JSM-5900LV (Jeol, Япония), оснащенного системой волнодисперсионного микроанализатора, шлюзовой камерой и устройством для подавления электромагнитных помех INCA Energy 250 и INCA Wave500 (Oxford Instruments, Великобритания).

Результаты и их обсуждение

Кондуктометрическим методом были определены критические концентрации мицеллообразования (ККМ) поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые оказывают непосредственное влияние на формирование упорядоченных структур оксида алюминия. ККМ при температуре 20 °С для DSN, ТМ и DMB составили соответственно, г/л: 0.74, 1.54, 0.55.

На начальной стадии мицеллообразования в водном растворе, в области концентраций вблизи ККМ, образуются сферические мицеллы одинаковых размеров. При достижении ККМ сферические мицеллы начинают взаимодействовать между собой, что приводит к их деформации и дальнейшей трансформации в цилиндрическую или другую формы [2].

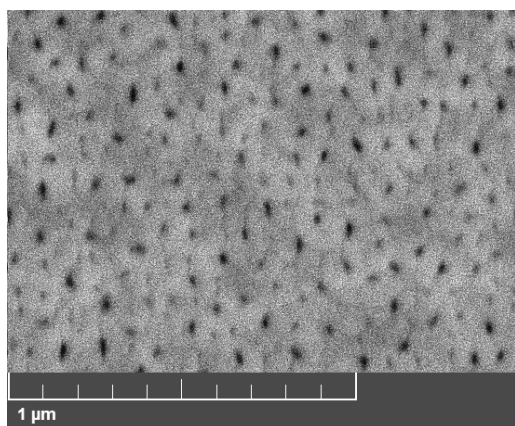


Рисунок. Микрофотография поверхности оксида алюминия, полученного в щавелевой кислоте с применением DSN

Структура поверхности анодированного оксида алюминия представлена на рисунке.

На микрофотографии отчетливо наблюдается упорядоченное расположение ячеек и геометрия пор анодированного оксида алюминия.

На основании анализа микрофотографий анодно-оксидного покрытия были определены характеристические параметры. Доля пор на поверхности оксидированного алюминия, полученного с применением поверхностно-активного вещества

DSN, больше и составляет 11 %, по сравнению с 9 % долей пор на поверхности оксидированного алюминия, полученного в результате анодирования без добавки. При увеличении температуры электролита доля пор в пленке уменьшается и составляет 5 %. Такая же зависимость наблюдается и при переходе через критическую концентрацию мицеллообразования. Это свидетельствует о том, что средний диаметр поры с увеличением концентрации ПАВ и ее переходом через ККМ увеличивается. Данное явление объясняется явлением полиморфизма мицелл. Средний диаметр пор в анодно-оксидной пленке, полученной при анодировании в щавелевой кислоте, колеблется в диапазоне от 10 до 11 нм, а в присутствии DSN – от 12 до 16 нм в зависимости от концентрации поверхностно-активного вещества. Подобная картина наблюдается и для других видов ПАВ.

Выводы

Таким образом, для получения наиболее упорядоченных, воспроизводимых и однородных по всей анодируемой площади структур оксида алюминия необходимо варьировать не только добавками и их концентрациями, но и температурой. Это позволит изменять соотношение размеров наносетки и пор наносетчатых алюминиевых пленок.

Литература

- [1] Jaguiro P., Stsiapanau A., Hubarevich A., Mukha Y., Smirnov A., Self-organized nanostructured anodic oxides for display applications, *Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics*, V. 13, N 3. P. 305-308, (2010)
- [2] Мчедлов-Петросян, Н.О., Лебедь А.В., Лебедь В. И. Коллоидные поверхностно-активные вещества: Учебно-методическое пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2009.