

КОНТРОЛЬ УПОРЯДОЧЕНИЯ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Студентка 3 курса Гордеева Е.О.
Руководитель м.н.с., к.х.н. Росляков И.В.
Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова
e-mail: elenagordeeva_fnm@mail.ru

Анодный оксид алюминия (АОА) – пористый материал, структуру которого можно представить в виде системы непересекающихся цилиндрических каналов нанометрового размера, которые располагаются по нормали к подложке, а в плоскости образца формируют двумерный гексагональный массив. Необходимо отметить, что вышеуказанная морфология наблюдается лишь для пористых пленок с определенными параметрами структуры (расстояние между порами – D_{int} , диаметр пор, пористость), формируемых в узком интервале условий анодного окисления. Это значительно ограничивает практическое использование АОА, в частности, в качестве мембран для газоразделения и жидкостной фильтрации, а также при создании одномерных фотонных кристаллов.

Целью настоящей работы является поиск закономерностей формирования АОА в различных электролитах для разработки воспроизводимого способа контроля морфологии материала и формирования упорядоченных пористых структур в широком интервале условий анодного окисления.

В первой части работы методом линейной вольтамперометрии изучена природа лимитирующей стадии анодного окисления алюминия на примере 0,3 М раствора щавелевой кислоты. На зависимости плотности тока (j) от напряжения анодирования (U) при малых напряжениях наблюдается плато (скорость анодного окисления ограничивается химическими/электрохимическими процессами на границе раздела металл/оксид – режим *I*) с последующим резким ростом, проходом через максимум и выходом на стационарное значение (скорость анодного окисления ограничивается массопереносом в каналах АОА – режим *II*). Согласно данным растровой электронной микроскопии анодирование в указанных режимах характеризуется планарным фронтом роста системы пор, что является необходимым условием для формирования пористой структуры с малым количеством ветвящихся каналов и их гексагональной упаковкой в плоскости образца. Оксидные пленки, выращенные в смешанном режиме, обладают разупорядоченной пористой структурой из-за различной скорости роста прямых и разветвленных в верхней части каналов.

Во второй части работы найденные закономерности были использованы для целенаправленного выбора диапазона напряжений анодирования для формирования упорядоченных пористых структур в растворах серной кислоты с различной концентрацией. В частности, для 0,3 М серной кислоты в дополнении к известным условиям упорядочения ($U = 25$ В, $D_{int} = 65$ нм – режим *I*) показано формирование гексагональной упаковки каналов в диапазоне напряжений от 40 до 60 В с D_{int} от 75 до 110 нм (режим *II*). Универсальность и предсказательная сила модели экспериментально подтверждены на примере 2 М серной кислоты. Для данного электролита показана возможность формирования упорядоченных пористых структур с $D_{int} = 50 \div 60$ нм в диапазоне напряжений от 20 до 22 В (режим *I*), а также с $D_{int} = 70 \div 110$ нм в диапазоне напряжений от 40 до 60 В (режим *II*).