

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НЕУПОРЯДОЧЕННОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ АНОДНЫХ ПЛЕНОК НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ АНОДИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

Лушпа Н.В.

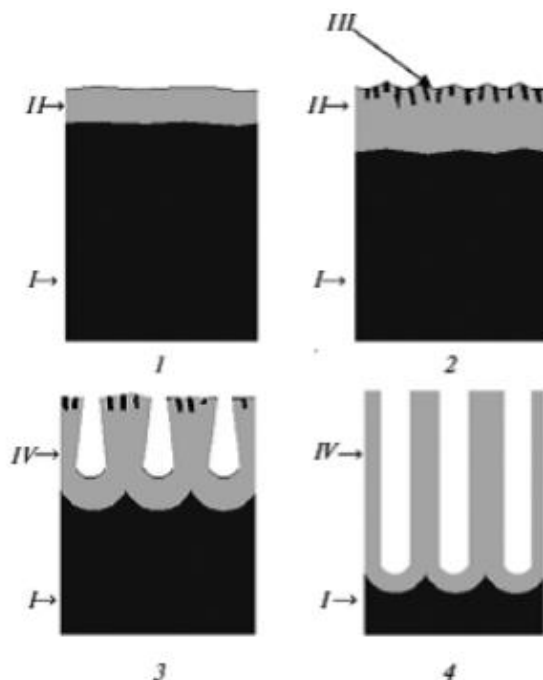
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Врублевский И.А. – канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены особенности формирования пористой морфологии пленок анодного оксида алюминия на начальной стадии анодирования алюминия. Установлено, что на начальной стадии анодирования алюминия пористая морфология анодных пленок характеризуется одновременным развитием как главных, так и неосновных пор определенного диаметра. Полученные результаты свидетельствуют, что неосновные поры имеют не хаотичное распределение в анодной пленке, а расположены внутри гексагональных ячеек, составленных из главных пор.

Пленки пористого анодного оксида алюминия (АОА) получают путем электрохимического окисления алюминия в водных растворах кислот. Используя специальные режимы анодирования формируют пленки АОА, с упорядоченной пористой структурой и гексагональной формой ячеек. Толщина анодных пленок определяется временем и плотностью тока анодирования, тогда как напряжение анодирования определяет диаметр пор и расстояние между ними [1, 2].

Согласно многочисленным исследованиям, процесс формирования пленок пористого АОА можно разделить на несколько стадий (рис. 1). На первой стадии формируется слой плотного оксида алюминия. После его частичного электрохимического растворения происходит зарождение пор в местах дефектов поверхности (стадия 2). Далее поры с различными диаметрами конкурируют между собой за продолжение развития (стадия 3). После завершения этого этапа начинается стационарный рост главных пор (стадия 4).



I — алюминий, II — плотный АОА барьерного типа, III — зародыши пор, IV — пористый АОА
Рисунок 1 – Схематическое изображение основных стадий формирования пористой структуры АОА [3]

Зависимость плотности анодного тока от времени показана на рис. 2. Как и в случае пленок барьерного типа, плотность тока сначала уменьшается (область 1), затем проходит минимум (область 2), возрастает до максимума (область 3) и, наконец, стабилизируется на более низком уровне (область плато 4). Эти области соответствуют стадиям роста изначально плотного оксида (II на рис. 1), образования зародышей пор (III), их развития и роста пор (IV) вглубь алюминия по нормали к поверхности [4 - 6]. На стадии 4 анодного окисления происходит развитие главных пор с высокой регулярностью структуры.

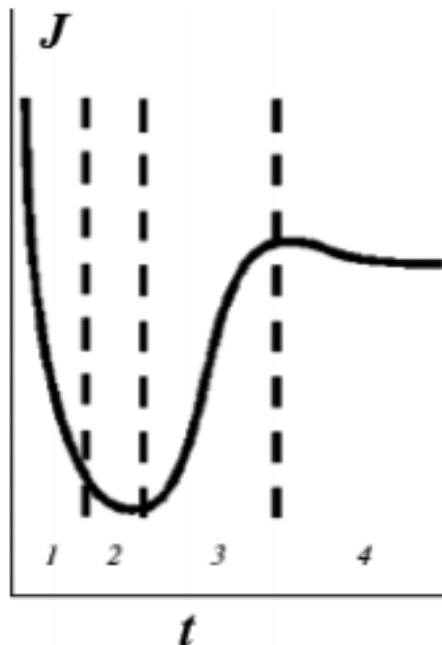


Рисунок 2 – График зависимости анодного тока J от времени t [3]

Целью работы было изучение особенностей формирования пористой морфологии пленок анодного оксида алюминия на начальной стадии анодирования алюминия.

Морфологии поверхности пленки пористого оксида алюминия на алюминиевой подложке, полученной в потенциостатическом режиме при 40В в щавелевой кислоте изучалась с помощью СЭМ микроскопии. Для определения диаметра пор проводилась компьютерная обработка поверхностной морфологии анодной пленки в программе ImageJ. Затем по результатам обработки строился график распределения пор по диаметру. Полученные результаты показали, что распределение пор по диаметру имеет два отчетливых пика при $22,5 \pm 0,2$ и $26,4 \pm 0,2$ нм. Большой диаметр 26,4 нм имеют главные поры, а диаметр 22,5 нм неосновные поры в пленке анодного оксида алюминия. Это указывает на то, что на начальной стадии анодирования алюминия наблюдается одновременное развитие, как главных пор, так и неосновных пор с близким диаметром. Следует отметить, что количество неосновных пор имеет такой же порядок, как и главные поры. Поэтому с большой вероятностью можно утверждать, что неосновные пор имеют не хаотическое распределение в анодной пленке, а расположены внутри гексагональных ячеек, составленных из главных пор. В тоже время на начальной стадии анодирования форма таких гексагональных ячеек сильно искажена.

Установлено, что на начальной стадии анодирования алюминия пористая морфология анодных пленок характеризуется одновременным развитием как главных, так и неосновных пор определенного диаметра. Полученные результаты свидетельствуют, что неосновные поры имеют не хаотичное распределение в анодной пленке, а расположены внутри гексагональных ячеек, составленных из главных пор.

Список использованных источников:

1. Self-ordering regimes of porous alumina: The 10% porosity rule / K. Nielsch [et al.] // *Nano Letters*, 2002 – Vol. 2. – № 7. – P. 677-680.
2. Fabrication of monodomain alumina pore arrays with an interpore distance smaller than the lattice constant of the imprint stamp / J. Choi [et. al.] // *Journal of Vacuum Science & Technology B*, 2003. – Vol. 21. – P. 763-766.
3. Структурированные нанокompозиты ферромагнетик/оксид алюминия на поверхности полупроводниковых и изолирующих подложек. Синтез, строение и свойства металл/полупроводник содержащих наноструктурированных композитов / А.С. Бугаев [и др.] // М.: «Техносфера», Москва, 2016. – С. 345-369.
4. Fast fabrication of long-range ordered porous alumina membranes by hard anodization / W. Lee [et. al.] // *Nature Materials*, 2006. – Vol. 5. – P. 741-747.
5. Sarkar J. Nanowires: properties, applications and synthesis via porous anodicaluminium oxide template / J. Sarkar, G.G. Khan, A. Basumallick // *Bull. Mater. Sci.*, 2007. – Vol. 30. – P. 271-290.

57-я Научная Конференция Аспирантов, Магистрантов и Студентов БГУИР, 2021 г.

6. Наноструктурированные слои анодного оксида алюминия на изолирующих подложках / М.П. Духновский [и др.] // Радиотехника и Электроника, 2012. – Т. 57. – № 1. – С. 97-101.