

КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ И ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЁНКИ ПРОСТОЙ РЕФЛЕКТОМЕТРИЕЙ В ПРОЦЕССЕ АНОДИРОВАНИЯ

Тельнов И.С. (школьник), Рафаилова М.А. (школьник)

Научный руководитель – студент 2-го курса магистратуры, инженер Никитин И.Ю. (ИТМО)

Введение. Процесс анодирования широко используется в нанотехнологиях для создания пористых оксидных плёнок алюминия. Пористые плёнки могут быть использованы в солнечных батареях, конденсаторах высокой ёмкости, оптических покрытиях, в защите от подделывания и сенсорах. Для всех вышеперечисленных применений требуется контроль параметров оксидной плёнки, а именно её толщины в процессе анодирования. Между толщиной и оптическими свойствами плёнки существует прямая взаимосвязь. Оптические свойства плёнки в процессе анодирования можно контролировать несколькими способами: при помощи оптоволоконного зонда и призмы [1–3]. Данные методы имеют следующие недостатки: при использовании оптоволоконного зонда контроль оптических свойств плёнки на большой площади затруднен, так же будет регистрироваться нежелательный люминесцентный сигнал. При контроле через призму со стороны подложки метод ограничивается прозрачностью последней. В данной работе используется контроль оптических свойств в процессе анодирования методом простой рефлектотрии, который позволяет сопоставить характеристики тока и спектры отражения, обеспечивая понимание процессов при анодировании. Данный метод позволяет работать с непрозрачными подложками и собирать отражённый сигнал с большей площади.

Основная часть. Плёнки анодного оксида алюминия получают в несколько этапов. Стекланные подложки $76 \times 26 \text{ мм}^2$ очищались в смеси «Пиранья» ($\text{H}_2\text{O}_2:3\text{H}_2\text{SO}_4$) в течение 30 минут. Затем, подложки помещались в вакуумную камеру PVD-75 (Kurt J. Lesker, США) и при вакууме порядка 10^{-6} Торр на них напылялась пленка алюминия эквивалентной толщиной 160 нм, испаряемая при помощи пучка электронов с энергией порядка 10 кэВ. Затем подложка анодировалась в 0.3M щавелевой кислоте при различных температурах. Напряжение и плотность тока анодирования равны 40В и 5.5 мА/см^2 . В процессе анодирования регистрировались спектры отражения, а также вольт-временные и ампер-временные характеристики тока. Температура электролита регистрировалась при помощи термометра. Были зарегистрированы спектры отражения в процессе анодирования при разных температурах электролита. При более высоких температурах электролита коэффициент отражения уменьшался быстрее. По средствам расчётов на калькуляторе спектров отражения Filmetrics возможно установить соответствие коэффициента отражения с толщиной плёнок [4]. Более быстрое уменьшение толщины плёнок при более высокой температуре электролита можно объяснить ускорением реакции растворения оксида алюминия электролитом. При сопоставлении ампер-временных и вольт-временных характеристик со спектрами отражения можно сделать вывод о стадии анодирования плёнок, эти стадии изучались в работе Lee et.al [5]

Выводы. В процессе работы были получены плёнки алюминия 160 нм, анодированные на предварительно собранной и отъюстированной установке с простым рефлектотрическим контролем. Результаты могут использоваться при создании оптических покрытий и солнечных батарей.

Список использованных источников:

1. Habib K. et al. Electrochemical parameters of aluminum oxide film in situ during anodization of aluminum by white light-optical interferometry // Opt. Rev. Springer Japan, 2021. Vol. 28, № 1. P. 18–26.
2. Lebyedyeva T. et al. Development of a controlled in situ thin-film technology for porous

anodic alumina-based nanostructures // Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer Singapore, 2019. 129–137 p.

3. Kumeria T., Losic D. Controlling interferometric properties of nanoporous anodic aluminium oxide // *Nanoscale Res. Lett.* 2012. Vol. 7. P. 1–10.
4. Spectral Thin Film Reflectance Calculator for Thin-Film Stacks [Electronic resource]. URL: <https://www.filmetrics.com/reflectance-calculator> (accessed: 19.01.2024).
5. Lee W., Park S.-J. Porous Anodic Aluminum Oxide: Anodization and Templated Synthesis of Functional Nanostructures // *Chem. Rev.* 2014. Vol. 114, № 15. P. 7487–7556.