



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ
ФАКУЛЬТЕТ НАУК О МАТЕРИАЛАХ МГУ

XVIII Конференция молодых ученых
«Актуальные проблемы неорганической
химии. К 150-летию Периодического закона
Д.И. Менделеева»

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

РФФИ, грант № 19-03-20110

а также компаний

АЛИАНТА ГРУПП
ЕВРОХИМ
СЕРВИСЛАБ
СОКТРЕЙД
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

г. Звенигород, пансионат МГУ «Университетский»

22-24 ноября 2019 г.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ОДНОМЕРНЫХ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ДЛИНЫ ОПТИЧЕСКОГО ПУТИ

Комарова Т.Ю.^{*}, Кушнир С.Е.^{**}, Напольский К.С.^{**}

^{*} *Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Россия, e-mail tatiana@kmrov.ru*

^{**} *Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
119991, Москва, Россия*

Анодный оксид алюминия (АОА), получаемый электрохимическим окислением металла в кислотных электролитах, обладает пористой структурой. Параметры АОА, включая диаметр пор и расстояние между ними, определяются условиями анодирования, что позволяет синтезировать образцы с периодически изменяющейся величиной пористости вдоль нормали к поверхности металла. Благодаря периодическому изменению диэлектрической проницаемости, формируемые плёнки рассматриваются как фотонно-кристаллические (ФК) структуры. Их оптическими свойствами, в частности положением фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ), удастся управлять с помощью варьирования условий анодирования алюминия. Синтез структур с заранее заданными специальными оптическими свойствами является актуальной задачей современной фотоники.

В настоящей работе разработана методика анодирования [1], учитывающая связь между условиями анодирования алюминия и характеристиками синтезируемого при этом оксидного слоя (показатель преломления, толщина плёнки).

В ходе экспериментов в 2М H₂SO₄ при температуре 2±1°С установлены зависимости толщины плёнок от плотности заряда, показателя преломления от напряжения и продолжительности анодирования. На основании полученных зависимостей была предложена методика анодирования, позволяющая задавать зависимость напряжения анодирования от оптического пути внутри образца, с помощью которой удаётся точно задавать оптическую длину периода, и, следовательно, положение фотонных запрещенных зон на оптических спектрах.

Для демонстрации возможностей вышеописанной методики, с ее помощью были синтезированы 1D фотонные кристаллы и оптические микрорезонаторы на основе АОА.

Положение первой фотонной запрещенной зоны полученных ФК, а также резонансного пика пропускания в случае оптических микрорезонаторов были определены на основании оптических спектров пропускания. Для всех фотонно-кристаллических структур рассчитаны коэффициенты добротности

как отношение положения фотонной запрещенной зоны/резонансного пика к его ширине на полувысоте.

Табл. 1. Оптические характеристики 1D фотонных кристаллов: $2d$ – модельно заданное положение ФЗЗ, $\lambda_{\text{ФЗЗ}}$ – положение ФЗЗ на спектрах пропускания, Q_f – коэффициент добротности.

$2d$, нм	250	400	700	1000	1250	1400
$\lambda_{\text{ФЗЗ}}$, нм	248,0	397,0	701,0	990,5	1255,0	1402,5
Q_f , б/р	64,4	64,0	68,1	63,5	63,1	60,2

Табл. 2. Оптические характеристики оптических микрорезонаторов: $2d$ – модельно заданное положение резонансного пика, $\lambda_{\text{РП}}$ – положение резонансного максимума на спектрах пропускания, Q_f – коэффициент добротности.

$2d$, нм	250	400	700	1000	1250	1400	1500
$\lambda_{\text{ФЗЗ}}$, нм	251,4	397,8	705,8	1009,0	1252,5	1408,5	1511,0
Q_f , б/р	214,4	204,3	275,7	256,1	214,6	216,4	229,4

Коэффициент добротности для синтезированных образцов фотонных кристаллов лежит в интервале 60-70 для диапазона длин волн 250-1400 нм (табл.1). При этом расхождение положения фотонной запрещенной зоны образцов на оптических спектрах пропускания и теоретически заданного значения меньше 1%. Достигнутые характеристики превышают лучшие значения, описанные в литературе для фотонных кристаллов на основе анодного оксида алюминия. Разработанная методика анодирования была апробирована для синтеза более сложных фотонно-кристаллических структур – оптических микрорезонаторов с положением резонансного пика в диапазоне 250-1500 нм (табл.2). Полученные образцы обладают рекордными коэффициентами добротности и точным заданием положения фотонной запрещенной зоны. Полученные результаты позволяют сделать вывод о применимости методики анодирования для синтеза одномерных фотонных кристаллов и более сложных оптических структур, проявляющих специальные оптические свойства, в широком диапазоне длин волн, а также использовать полученные образцы в качестве материалов для высокочувствительных сенсоров и оптических систем.

[1] Sergey E. Kushnir, Tatiana Y. Pchelyakova, Kirill S. Napolskii, *Mater. Chem. C*. 6 (2018) 12107–12107.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-03-01369).

ISBN 978-5-6043248-9-9



ООО "Адмирал принт", ул. Баркляя, 13/2, Москва, 129090