

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата химических наук Леонтьева Алексея Павловича
на тему: «Темплатное электроосаждение массивов металлических
наностержней для задач фотоники»
по специальностям 1.4.15 –«Химия твёрдого тела»
1.4.6 – «Электрохимия»

В последние годы широкий интерес вызывают наноструктуры и наноматериалы для приложений фотоники. В частности, оптические свойства наноматериалов с гиперболической дисперсией позволили получить новые физические эффекты и механизмы. Гиперболические метаматериалы (ГММ) позволяют получить доступ к практически бесконечной фотонной плотности состояний, сверхвысокому удержанию электромагнитных полей и аномальному распространению волн, что актуально для перспектив применения таких материалов в сенсорике, для визуализации объектов с разрешением выше дифракционного предела, нанолитографии, интегральной фотоники и т.д.

Одним из перспективных способов формирования гиперболических метаматериалов с высокой анизотропией функциональных свойств вдоль одной из осей, является темплатное осаждение массивов металлических наностержней в диэлектрическую матрицу с ориентированными упорядоченными порами.

Диссертация Леонтьева А.П. посвящена разработке методики получения металл/оксидных нанокомпозитов, обладающих свойствами гиперболических метаматериалов, с использованием электрохимических методов формирования как диэлектрических матриц на основе пленок пористого анодного оксида алюминия, так и синтеза массивов металлических наностержней в диэлектрической матрице.

Диссертационная работа состоит из введения, списка сокращений и обозначений, обзора литературы, теоретической части, экспериментальной части, результатов и их обсуждения, выводов, списка литературы и благодарностей. Диссертация является комплексным исследованием, включающим моделирование оптических свойств гиперболических метаматериалов, в том числе частотно-угловых спектров компонент показателя преломления, анализ моделей роста высокоупорядоченных пленок пористого анодного оксида алюминия (АОА) и факторов, влияющих на самоорганизацию пор, численное моделирование хроно- и вольтамперограмм, теоретические модели, описывающие темплатное электроосаждение металлов, обширные экспериментальные исследования режимов формирования пленок пористого АОА и массивов наностержней на их основе для создания ГММ с возможностью управления их функциональными свойствами в процессе использования с помощью магнитного поля.

С позиции научной новизны в работе примечательна демонстрация возможности использования метода спектроскопии электрохимического импеданса для *in situ* исследований эволюции границы раздела металл/оксид/электролит на начальных стадиях анодного окисления алюминия, результаты которых подтвердили наличие барьерного оксидного слоя на границе алюминий/электролит, толщина которого не изменяется при выключении поляризации. При этом в соответствии с обзором литературы, в некоторых предложенных исследователями моделях роста утверждается, что в процессе формирования АОА на дне пор барьерного слоя вовсе не существует.

Разработана методика электроосаждения металлических наностержней различной длины в пленки пористого АОА с пространственным градиентом по площади образца, что позволило впервые получить градиентные гиперболические метаматериалы с возможностью подстройки положения плазмонного резонанса в широком диапазоне длин волн.

Для достижения поставленных целей автору пришлось решать задачи, связанные с оптимизацией режимов синтеза и постобработки пленок АОА для получения геометрических параметров темплатов, требуемых для обеспечения необходимых оптических свойств. Разработать численную модель, описывающую кинетику темплатного электрохимического осаждения на электроды, модифицированные нанопористыми пленками.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, не противоречат и развивают сложившиеся научные представления в данной области.

Использование современных подходов для моделирования физико-химических процессов, а также привлечение большого комплекса исследовательских методов, в частности спектроскопии электрохимического импеданса, РЭМ, ПЭМ, малоуглового рассеяния рентгеновского излучения, рентгеновской и электронной дифракции, оптической спектрометрии и эллипсометрии, позволило обеспечить достоверность и корректность полученных в процессе исследований результатов.

Обсуждаемая диссертационная работа имеет несколько недостатков:

1. Не обоснована необходимость изучения и интерпретации особенностей начальных этапов транзиентов анодирования в ходе роста пористого АОА для получения темплатов необходимой геометрии.
2. Не хватает кратких выводов по каждой главе диссертации.
3. Некоторые рисунки имеют подписи на иностранном языке.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.4.15 – «Химия твёрдого тела» (по химическим наукам) и паспорту специальности 1.4.6 – «Электрохимия» (по химическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения

о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертация оформлена согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Леонтьев Алексей Павлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальностям 1.4.15 – «Химия твёрдого тела» и 1.4.6 – «Электрохимия».

Официальный оппонент:

Кандидат технических наук, заместитель директора по научной деятельности института Перспективных материалов и технологий НИУ МИЭТ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Дронов Алексей Алексеевич

Дата: 01.02.2023

Контактные данные:

тел.: 7 (926) 719-73-60, e-mail: noiz@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники

Адрес места работы:

124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, д. 1.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,

институт Перспективных материалов и технологий НИУ МИЭТ

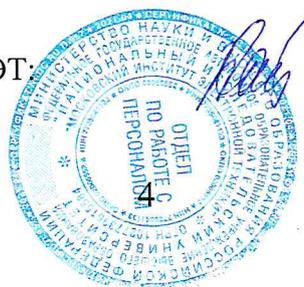
Тел.: +74997340284; e-mail: dronov.alexey@org.miet.ru

Подпись А.А. Дронова удостоверяю:

Начальник Отдела

По работе с персоналом НИУ МИЭТ:

Дата: 01.02.2023



Е.И. Данилова