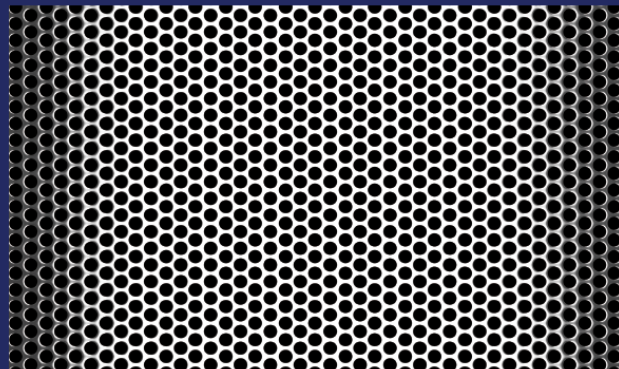


Монография посвящена анализу структурных особенностей нанопористого оксида алюминия (НПОА). НПОА является уникальным наноструктурированным материалом, который имеет различные функциональные назначения. Возможность контролируемого изменения размеров пор и толщины пористой структуры делает НПОА идеальным материалом для создания наноструктур с заданными структурными параметрами и свойствами. В данной работе представлены результаты собственных экспериментальных данных. Также приведены результаты анализа основных разработок в методах изучения структуры и свойств НПОА. Предназначается для научных и инженерно-технических работников, студентов старших курсов, магистрантов и докторантов, специализирующихся в области материаловедения и нанотехнологии.



Балауса Алпысбаева
Хабибулла Абдуллин
Жанар Калкозова

Алпысбаева Балауса Ерболатовна. Ph.D. Специалист по сканирующей зондовой микроскопии. Область научных интересов: сканирующая зондовая микроскопия, материаловедение, нанотехнологии и наноматериалы.

Особенности формирования нанопористого оксида алюминия



978-3-659-77503-1

 **LAMBERT**
Academic Publishing

**Балауса Алпысбаева
Хабибулла Абдуллин
Жанар Калкозова**

Особенности формирования нанопористого оксида алюминия

**Балауса Алпысбаева
Хабибулла Абдуллин
Жанар Калкозова**

**Особенности формирования
нанопористого оксида алюминия**

LAP LAMBERT Academic Publishing

Impressum / Выходные данные

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle in diesem Buch genannten Marken und Produktnamen unterliegen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz bzw. sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Die Wiedergabe von Marken, Produktnamen, Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen u.s.w. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Библиографическая информация, изданная Немецкой Национальной Библиотекой. Немецкая Национальная Библиотека включает данную публикацию в Немецкий Книжный Каталог; с подробными библиографическими данными можно ознакомиться в Интернете по адресу <http://dnb.d-nb.de>.

Любые названия марок и брендов, упомянутые в этой книге, принадлежат торговой марке, бренду или запатентованы и являются брендами соответствующих правообладателей. Использование названий брендов, названий товаров, торговых марок, описаний товаров, общих имён, и т.д. даже без точного упоминания в этой работе не является основанием того, что данные названия можно считать незарегистрированными под каким-либо брендом и не защищены законом о брендах и их можно использовать всем без ограничений.

Coverbild / Изображение на обложке предоставлено: www.ingimage.com

Verlag / Издатель:

LAP LAMBERT Academic Publishing

ist ein Imprint der / является торговой маркой

Omniscriptum GmbH & Co. KG

Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Deutschland / Германия

Email / электронная почта: info@lap-publishing.com

Herstellung: siehe letzte Seite /

Напечатано: см. последнюю страницу

ISBN: 978-3-659-77503-1

Zugl. / Утверд.: Алматы, КазНУ им. аль-Фараби, 2014 г.

Copyright / АВТОРСКОЕ ПРАВО © 2015 Omniscriptum GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. / Все права защищены. Saarbrücken 2015

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Алпысбаева Б.Е., Абдуллин Х.А., Калкозова Ж.К.

1. Кафедра физики твердого тела и нелинейной физики
2. Лаборатория инженерного профиля Казахского национального университета им. аль-Фараби
3. Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа

Монография посвящена анализу структурных особенностей нанопористого оксида алюминия (НПОА). НПОА является уникальным наноструктурированным материалом, который имеет различные функциональные назначения. Возможность контролируемого изменения размеров пор и толщины пористой структуры делает НПОА идеальным материалом для создания наноструктур с заданными структурными параметрами и свойствами. В данной работе представлены результаты собственных экспериментальных данных. Также приведены результаты анализа основных разработок в методах изучения структуры и свойств НПОА. Предназначается для научных и инженерно-технических работников, студентов старших курсов, магистрантов и докторантов, специализирующихся в области материаловедения и нанотехнологии.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	4
Глава 1. Анодный оксид алюминия.....	5
1.1. Анодный оксид алюминия.....	5
1.2. Барьерный оксид алюминия.....	7
1.3. Пористый оксид алюминия.....	10
1.4. Этапы формирования пленок пористого оксида алюминия.....	12
1.5. Области применения пористого оксида алюминия.....	19
Глава 2. Структурные особенности нанопористого оксида алюминия....	29
2.1. Условия, при которых формируется нанопористый оксид алюминия	29
2.1.1. Подготовка исходного алюминия.....	30
2.1.2. Методы исследования нанопористого оксида алюминия.....	30
2.2. Механизм формирования пленок пористого оксида алюминия.....	31
2.3. Структурные особенности пленок пористого оксида алюминия.....	34
Глава 3. Зависимость параметров структуры нанопористого оксида алюминия от параметров процесса анодирования	46
3.1. Влияние чистоты и микроструктуры исходного алюминия на структуру пористого оксида алюминия.....	51
3.2. Влияние температуры электролита на структуру пористого оксида алюминия.....	59
3.3. Влияние напряжения и времени процесса анодирования на структуру пористого оксида алюминия.....	60
Глава 4. Нановолокна пористого оксида алюминия.....	66
Литература.....	75

Предисловие

Данная монография была написана на основе докторской диссертации на тему «Получение и исследование наноструктурированных материалов на основе пористого оксида алюминия». Докторская диссертация была выполнена на базе Кафедры физики твердого тела и нелинейной физики физико-технического факультета Казахского национального университета им. аль-Фараби (КазНУ им. аль-Фараби), Лаборатории инженерного профиля (ЛИП) КазНУ им. аль-Фараби и Национальной нанотехнологической лаборатории открытого типа (ННЛОТ) под руководством доктора физико-математических наук профессора Абдуллина Хабибуллы Абдуллаевича.

В данной работе представлены многочисленные экспериментальные данные, которые в будущем могут служить основой для более глубокого анализа процесса анодирования, формирования пористого оксида алюминия в различных кислотах, процесса получения наноструктурированных мембран и нановолокон на основе нанопористого оксида алюминия. Процесс анодирования нанопористого оксида алюминия не смотря на полувековую историю исследования до конца не изучен из-за тонкостей электрохимических взаимодействий. На процесс формирования нанопористого оксида алюминия существенно влияют основные параметры процесса анодирования (время анодирования, температура электролита, напряжение) и физико-химические свойства исходного алюминия. Многочисленные исследования дали возможность выявить зависимости параметров нанопористого оксида алюминия от основных параметров процесса анодирования, что в свою очередь дало возможность получение материала с заданными параметрами.

В рамках выполнения данной исследовательской работы структура нанопористого оксида алюминия впервые была исследована на разных стадиях формирования с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ). Впервые с помощью атомно-силовой микроскопии были проведены исследования поперечного сечения слоев нанопористого оксида алюминия. Также в исследованиях впервые был применен метод фазового контраста АСМ с использованием кантилеверов (зондов) с вискерсами, что дало возможность визуализировать структурные особенности пористой структуры с высоким разрешением на атомно-силовой микроскопии.

За помощь, поддержку и неоценимый вклад в данную работу выражаю благодарность своему руководителю Абдуллину Хабибулле Абдуллаевичу, а также Калкозовой Жанар Каниевне, Немкаевой Ренате Руслановне, Гусейнову Назиму Рустамовичу, Мухаметкаримову Ержану Советбековичу.

Алпысбаева Б.Е.

ВВЕДЕНИЕ

Нанопористый оксид алюминия (НПОА) является уникальным наноструктурированным материалом, который состоит из гексагонально-упакованных цилиндрических пор, расположенных перпендикулярно относительно поверхности подложки. НПОА получают с помощью достаточно простого и низкзатратного процесса анодирования в кислотных электролитах. Путем изменения основных параметров анодирования, таких как состав электролита, напряжение травления, длительность травления и пр. можно изменять морфологию слоев НПОА, например, диаметр пор, расстояние между центрами пор, глубину пор. Поскольку возможно получение одинаковых пор с диаметрами от десятков нм на больших площадях (сотни см²), в том числе упорядоченно расположенных, пористый оксид алюминия является весьма перспективным материалом для создания на его основе наноструктурированных материалов, которые имеют разнообразные функциональные назначения.

Возможность контролируемого изменения размеров пор и толщины пористой структуры делает НПОА идеальным материалом для создания наноструктур с заданными структурными параметрами и свойствами. Благодаря структурным особенностям и физико-химическим свойствам НПОА, таким как высокая химическая стойкость, которая растет с ростом температуры отжига, НПОА применяется для создания полимерных наноструктур, непереплетенных углеродных нанотрубок, наностержней и нанонитей различных материалов, таких как металлы, оксиды и пр. Мембраны на основе ПОА являются весьма перспективными для биомедицинских применений, в том числе из-за биосовместимости НПОА. На основе НПОА создаются биосенсоры для мониторинга бактерий и вирусов, различных органических молекул. В последние годы исследования направлены на создание биосенсоров на основе поверхностного плазмонного резонанса (SPR) и отражательной интерференционной спектроскопии (RIFS), разрабатываются такие приборы, как оптические микрорезонаторы, интерферометры, распределенные брэгговские отражатели.

Широкие возможности управления структурными параметрами пористого оксида алюминия и получения на его основе различных наноструктурированных материалов делают исследования в данном направлении весьма актуальными.

Экспериментальные данные, представленные авторами данной работы, можно применять для направленного синтеза слоев пористого оксида алюминия с заданной морфологией и использования полученных слоев НПОА для создания мембран с размерами пор в диапазоне от ~20 нм до ~300 нм, для синтеза нанонитей и наностержней различных материалов с использованием слоев НПОА как матрицы. С помощью анодирования при высоком значении напряжения можно получать нановолокна пористого оксида алюминия.

