

Исследование поверхностных структур плёнок алюминия

Автор

Трусов Герман Валентинович

Москва, лицей №1586

Москва, 2008

Цель, объект и задачи исследования

Цель исследования -получение сведений о структуре рельефа плёнок алюминия различной толщины и демонстрация возможности их изучения с помощью методов атомно-силовой микроскопии (АСМ).

Объектом исследования является алюминий, напылённый на стеклянную подложку

Решаемые задачи:

- исследование отдельных слоёв алюминия
- исследование установки и метода производства покрытий
- исследование и освоение методов измерения полученных объектов

Актуальность

Алюминий широко применяется в различных областях жизнедеятельности человека как конструкционный материал, направлен на улучшение свойств различных сплавов.

Алюминий является важным компонентом многих сплавов. Потребление этих сплавов имеет колоссальный объем, поэтому возможность проведения нового вида исследований данных веществ позволит провести глобальную модификацию веществ.

Применение

Основные достоинства алюминия - лёгкость, коррозионная стойкость, высокая теплопроводность, недовитость его соединений. Основным недостаток алюминия как конструкционного материала - малая прочность. Электропроводность алюминия всего в 1,7 раза меньше, чем у меди, при этом алюминий приблизительно в 2 раза дешевле. Поэтому он широко применяется в электротехнике для изготовления проводов. Химическая активность алюминия весьма высока; в ряду электродных потенциалов он стоит сразу за магнием. На первый взгляд такое утверждение может показаться странным: ведь алюминиевая кастрюля или ложка вполне устойчивы на воздухе, не разрушаются и в кипящей воде. Алюминий, в отличие от железа, не ржавеет. Оказывается, на воздухе металл покрывается бесцветной тонкой, но прочной «броней» из оксида, которая защищает металл от окисления. Так, если внести в пламя горелки толстую алюминиевую проволоку или пластинку толщиной 0,5–1 мм, то металл плавится, но алюминий не течёт, так как остается в мешочке из его оксида. Если лишить алюминий защитной пленки или сделать ее рыхлой (например, погружением в раствор ртутных солей), алюминий тут же проявит свою истинную сущность.

Описание эксперимента

Объект исследования представлен в виде тонкоплёночных покрытий, напылённых установкой магнетронного напыления в вакууме **Leybold LH Z550 Sputtering Plant**.

Фотографии образцов



Плётка алюминия
10 нм



Плётка алюминия
20 нм



Плётка алюминия
50 нм



Плётка алюминия
120 нм

Порядок выполнения операций

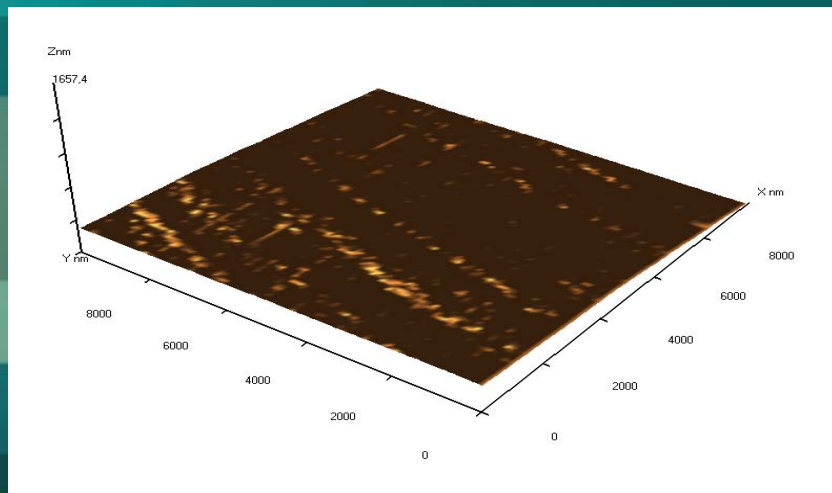
При помощи магнетронного ПТ напыления на подложку из кварцевого стекла наносят слой алюминия толщиной 4-8 нм, на который наносят тем же способом слой оксида кремния толщиной 300 нм, после чего наносят ещё один слой алюминия толщиной 4-8 нм.



Схема магнетронного напыления в вакууме

Исследования подложки

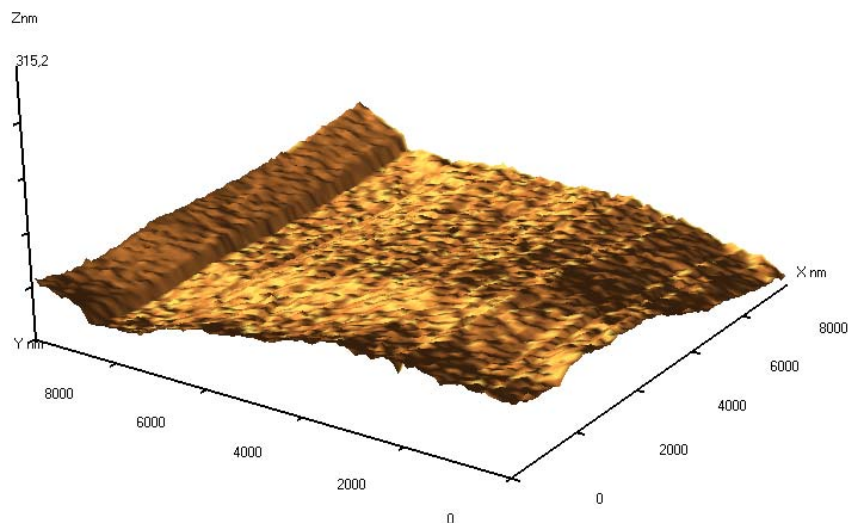
При анализе поверхности подложки на наноуровне установлено, что ее структурные образования расположены равномерно по всей поверхности подложки и имеют размеры значительно меньше нанотехнологической границы 100 нанометров во всех направлениях, т.е. относятся к наноструктурным образованиям.



Подложка 10x10x0.7 мкм

Было сделано предположение, что эти поверхностные структурные образования вызваны молекулярным строением вещества подложки, структура которого является неоднородной, что доказывает некристаллическое, аморфное состояние вещества.

Исследования пленки толщиной 10нм

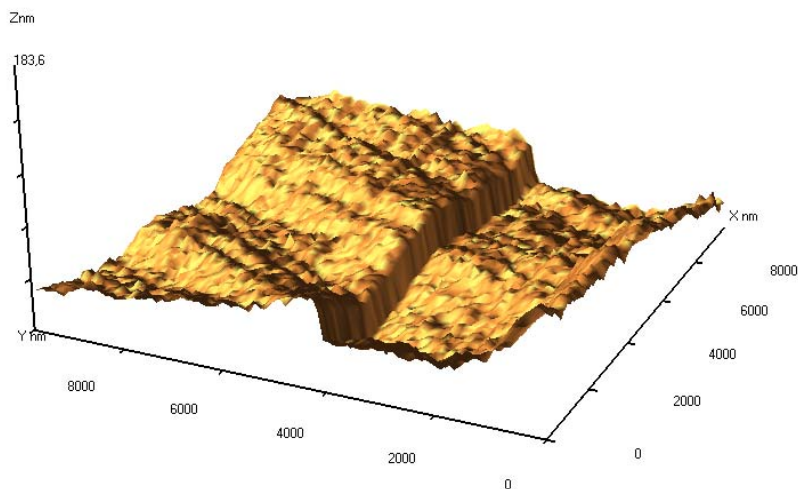


Al-10 10x10x0.3 мкм

По сканам видно, что пленка равномерным слоем распределена по поверхности подложки, какие-либо структурные образования отсутствуют. Было предположено, что это связано с хорошим диспергированием материалов покрытия.

В процессе сканирования зонд оставляет за собой след в виде канавки при проходе по образцу в направлении сканирования, что свидетельствует о непрочности покрытия, образованного пленкой.

Исследования пленки толщиной 20нм

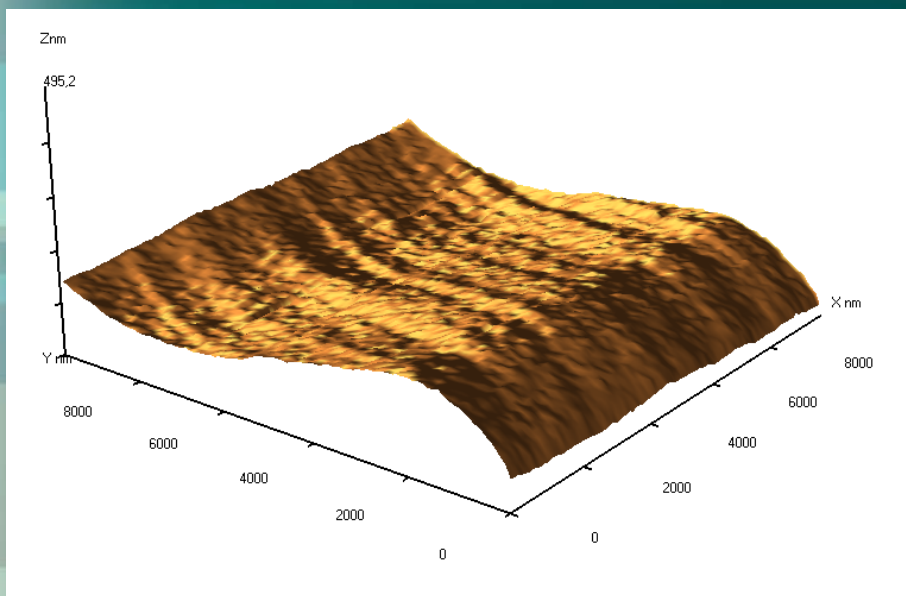


AL-20 10x10x0.2 мкм

Толщина пленки резко различна. На поверхности имеются структуры, отличающиеся по размерам.

Средний размер определить довольно сложно из-за того, что зонд в процессе сканирования и взаимодействия с образцом изменяет его поверхность, т.е. разрушает поверхность пленки в направлении сканирования.

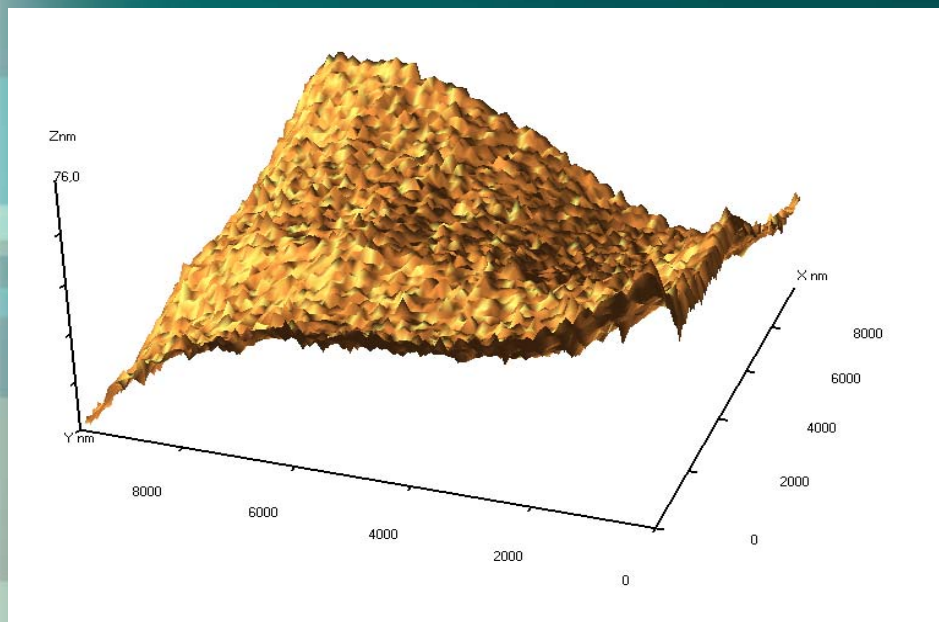
Исследования пленки толщиной 50нм



AL-50 10x10x0.5 мкм

Плѐнка, образованная алюминием, представляет собой равномерно распределенный по подложке слой, на поверхности плѐнки нет каких-либо структур, заметных невооружѐнным глазом. Вероятно, это можно объяснить тем, что вещество алюминий является простым. Однако можно точно сказать, что размеры этих структур превышают нанотехнологическую границу.

Исследования пленки толщиной 120нм



AL-120 10x10x0.1 мкм

Пленка, образованная алюминием, представляет из себя довольно равномерно распределенный по подложке слой, и на поверхности пленки нет каких-либо структур, превышающих по размерам разрешающую способность микроскопа.

Выводы

В работе рассмотрена топология и конструкция покрытий из электропроводящих полимеров.

Метод напыления в вакууме позволит создать общую структурную модель полимерного покрытия, с помощью которой можно будет направленно создавать покрытия с заданным комплексом свойств, а также новые методы нанесения алюминия на различные поверхности, что сделает удобным его применение.

Использование методов атомно - силовой микроскопии позволяет изучать свойства поверхностей, полученных с помощью магнетронного напыления, которое позволяет создавать покрытия заданной структуры и толщины. Новые методы изучения плёнок алюминия открывают широкие возможности для их применения в различных сферах жизнедеятельности человека.

Список использованных источников

- 1.СорокинМ.Ф. и др. Химия и технология пленкообразующих веществ: Учебник для вузов. –2-изд.,перераб. идоп. СорокинМ.Ф., Кочнова З.А., Шодэл.Г. –М.: Химия. 1989 –480с.,
- 2.<http://nanotech.iu4.bmstu.ru/laboratory/edu/docs/nano.pdf>- БулыгинаЕ.В., МакапчукВ.В., Понфилов Ю.В., ОяД.Р., Шахнов.В.А. Н__ Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование: Учебное пособие для Вузов. –М.: САИНЕС–ПРЕСС, 2006. – 80с.: ил.
- 3.<http://wikipedia.org/>- Википедия. Свободная энциклопедия.
- 4.<http://www.chemport.ru/>-Химический портал.
- 5.http://phys.unn.ru/docs/spm/NE_R.pdf- руководство пользователя СЗМ« NanoEducator».
- 6.Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. –М. :Физматлит, 2000. –224 с.
- 7.К.А. Гоголинский, В.Н.Решетов// Применение сканирующих зондовых микроскопов для анализа ссубмикронными нанометровым разрешением структуры распределения механических свойств материалов// Заводская лаборатория, т.64, №6,сс.30-43, 1998.
- 8.«Нанотехнологии. Азбука для всех». Сборник статей под редакцией Ю. Третьякова, М., Физматлит, 2007.
- 9.Андрюшин Е.А. «Сила нанотехнологий: наука & бизнес», М., Фонд «Успехи физики», 2007.
- 10.Богданов К.Ю. «Что могут нанотехнологии». Газета «Физика», (Изд. дом «1 сентября»), №22 (2007), №№2,6 (2008) .
- 11.Богданов К.Ю. «Нанотехнологии: когда размер имеет значение». Журнал «Квант», №3 (2008).
- 12.Ратнер М., Ратнер Д. «Нанотехнология: простое объяснение очередной гениальной идеи», Изд-во «Вильямс», 2005.