

Двенадцатая научная конференция «Шаг в будущее, Москва»

Кафедра ИУ4 МГТУ им. Н.Э. Баумана
«Проектирование и технология производства электронной аппаратуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЗОНДОВОЙ МИКРОСКОПИИ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ И МЕДИ, НАНЕСЕННЫХ НА ПОЛИКОРОВЫЕ ПОДЛОЖКИ

Автор

Благова Светлана Владиславовна
Москва, ГОУ СШ № 315

Научный руководитель

Кульгашов Евгений Владимирович

Москва, 2009

Цель, объект, решаемые задачи, актуальность

Цель исследования – получение сведений о структуре осажденных пленок для дальнейшего сравнения их между собой.

Объектом исследования являются пленки алюминия и меди, полученные методом термического вакуумного напыления, и используемые в гибридно-пленочных интегральных микросхемах.

Решаемые задачи

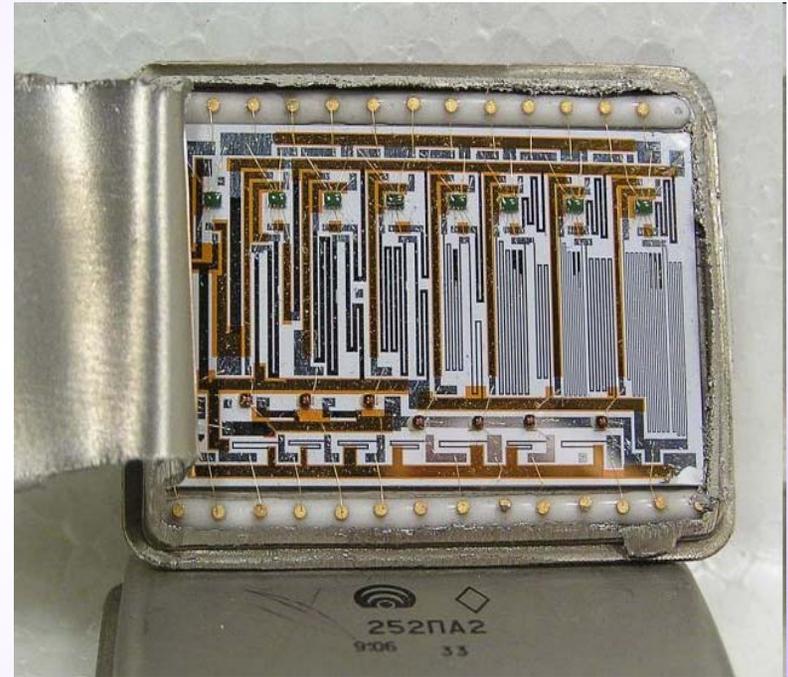
1. Проверка предположения о возможности развития использования данных материалов (алюминий, медь) в микроэлектронике.
2. Обобщение результатов исследования поверхности пленок путем сравнения сканов пленок между собой.

Актуальность

1. Гибридно-пленочные микросхемы широко применяются во многих областях техники. Поэтому напыление на подложки различных веществ при создании микросхем стало серьезным вопросом.
2. Возможность обнаружить какие-то новые свойства данных пленок или попытка улучшить их свойства в результате проведенного исследования, оценить и найти наиболее подходящее покрытие микросхем: могут способствовать переходу на новый уровень в теории их создания: совершенствование качества, надежности и размеров электронной техники.

Разработка микросхем

Напыление проводящих пленок на подложку входит в процесс создания микросхем.

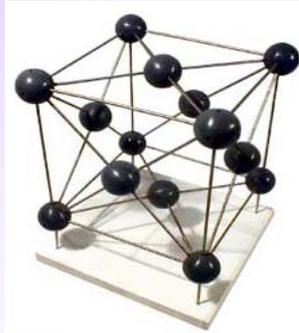


Готовая микросхема компании «Экситон»

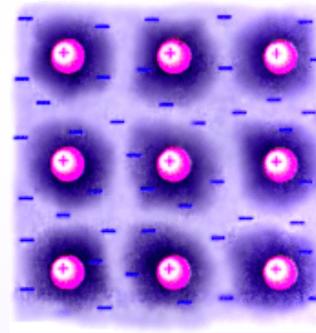
Сведения об исследуемых материалах

Медь: Простое вещество медь - пластичный, немагнитный металл золотисто-розового цвета с невысокой прочностью. Кристаллическая структура — кубическая гранцентрированная решётка.

Алюминий: Простое вещество алюминий - лёгкий, немагнитный серебристо-белый металл, легко поддающийся механической обработке. Типичный металл, кристаллическая решетка - кубическая гранцентрированная.



Кристаллическая решетка меди и алюминия



Ионы металла удерживаются в положении равновесия из-за взаимодействия с «газом свободных электронов»

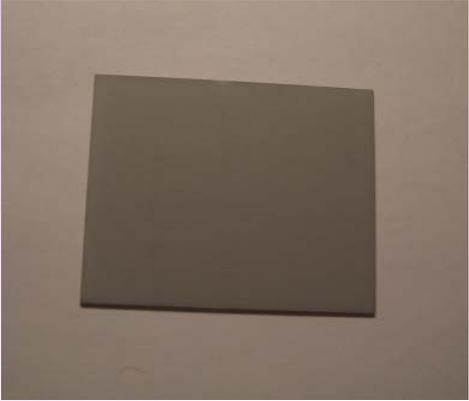
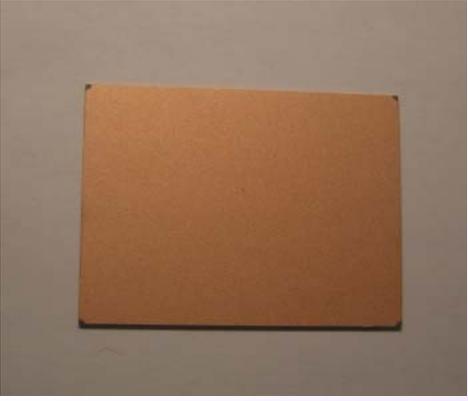
Поликор: Разновидность керамики, основным компонентом которой является оксид алюминия.

Поликор обладает высокой теплопроводностью, прочностью, не вступает в реакции с травящими растворами, диэлектрическая проницаемость(ϵ) 10, тангенс угла диэлектрических потерь($\text{tg}\delta$) 0,6.

Процентное содержание Al_2O_3	99,8
Пористость в процентном отношении	0,0 – 0,5
Внешний вид	Светлый, полупрозрачный

Образцы исследуемых пленок

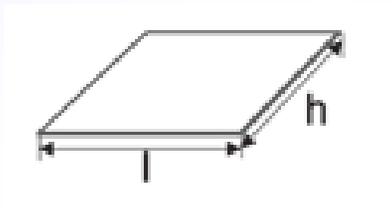
Объектом исследования являются пленки алюминия и меди, осажденные на поверхность поликорových подложек. Для проведения исследования пленки были заказаны в Научно-исследовательском институте дальней радиосвязи.

Фотографии образцов	
	
Пленка алюминия	Пленка меди

Конструкционные сведения о поликоровой подложке

Для эксперимента выбрана поликоровая подложка.

Основные параметры поликоровой подложки приведены в таблице .



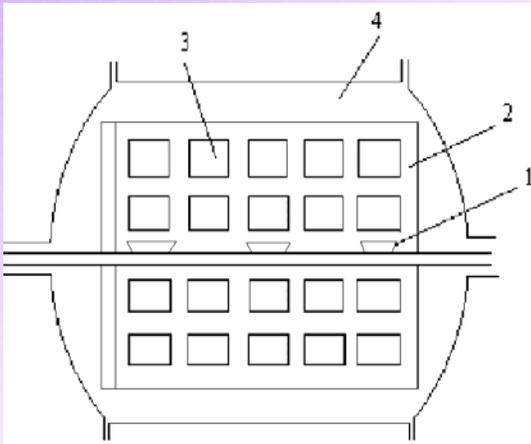
Материал	Размер, мм		Толщина, $a \pm 0,1$ мм
	$h \pm 1$, мм	$i \pm 1$, мм	
поликор	48	60	1

Исследование проводилось с помощью сканирующего зондового микроскопа NanoEducator фирмы «NT-MDT» (Россия). Выбран метод полуконтактной атомно – силовой микроскопии.

Метод нанесения

Алюминий и медь наносятся на подложку путем термического вакуумного напыления :

1. Очистка подложки в растворе серной кислоты (H_2SO_4) и дихромата калия ($K_2Cr_2O_7$), промывка подложки в деионизованной воде .
2. Установка подложки в рабочую камеру на приемную поверхность.
3. Загрузка гранул, напыляемого вещества (в данном случае меди или алюминия) в испарители.



Рабочая камера установки



Гранулы меди

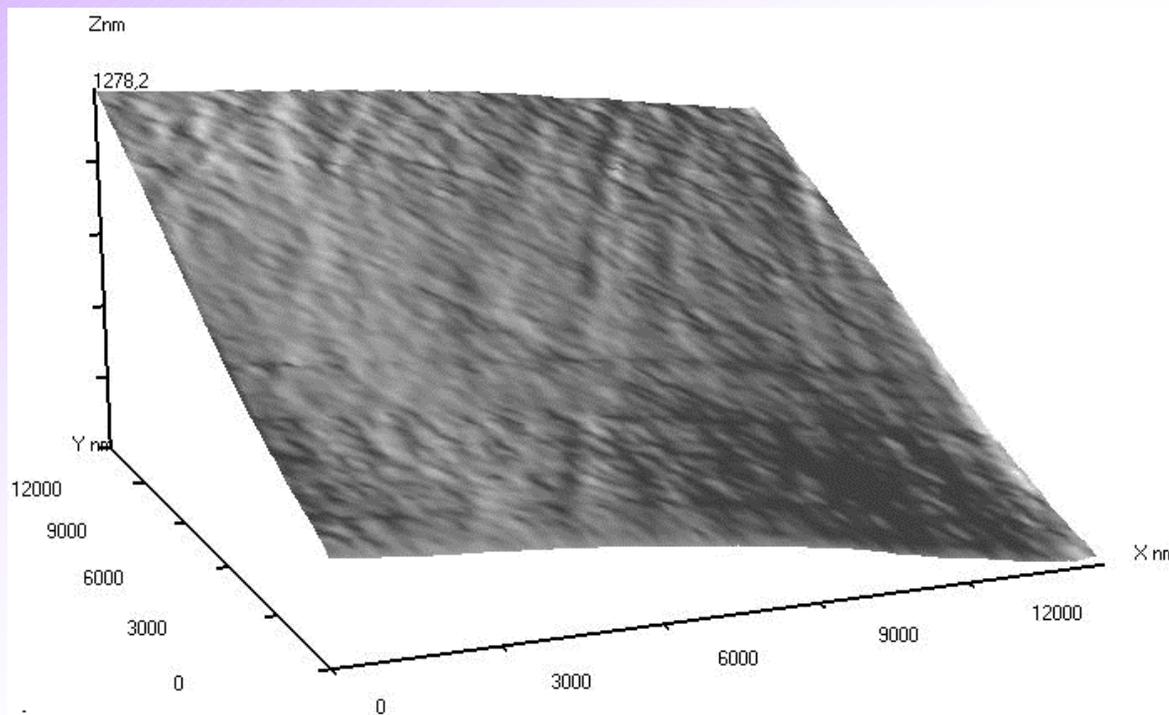


Гранулы алюминия

4. Откачка воздуха из камеры т.е создание вакуума (в течение всего процесса).
5. Прогрев подложки лампами накаливания до 200-300 градусов.
6. Подача напряжения на испарители.
7. Расплавление гранул, напыляемого вещества. Испарение вещества из испарителей.
8. На подложку осаждается слой, напыляемого вещества.
9. Отключение напряжения на испарителях.
10. Прекращение откачки воздуха. Постепенное охлаждение закрытой камеры.
11. Извлечение подложек из камеры(через шесть часов).

Исследование поверхностных структур подложки

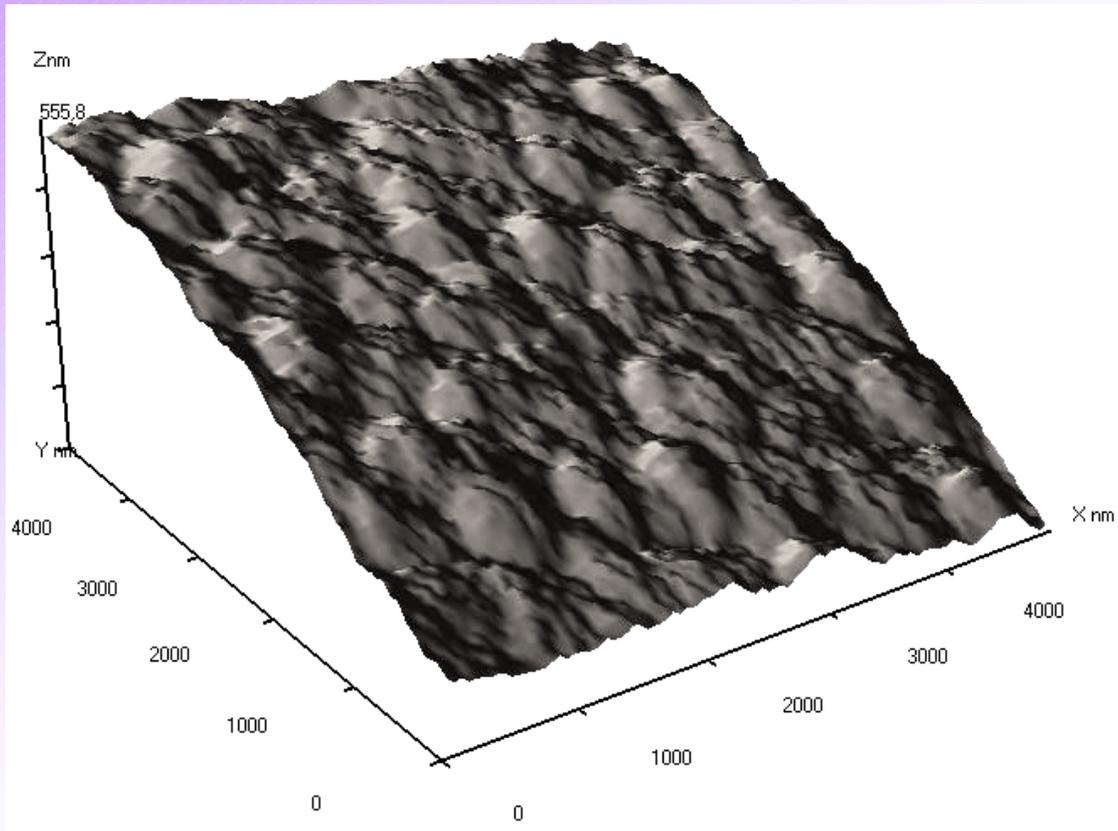
При анализе поверхности подложки на наноуровне установлено, что ее структурные образования расположены равномерно по всей поверхности подложки и имеют размеры значительно меньше 10 нанометров.



Скан 15x15 микрометров

Было сделано предположение, что эти поверхностные структурные образования вызваны микронеровностями керамики. Микронеровности поверхности керамики очень велики (из-за способа ее получения). Они могут быть значительно снижены путем полировки. На скане мы видим отполированную поверхность керамической подложки.

Исследование поверхностных структур пленки алюминия



Скан 5x5 микрометров

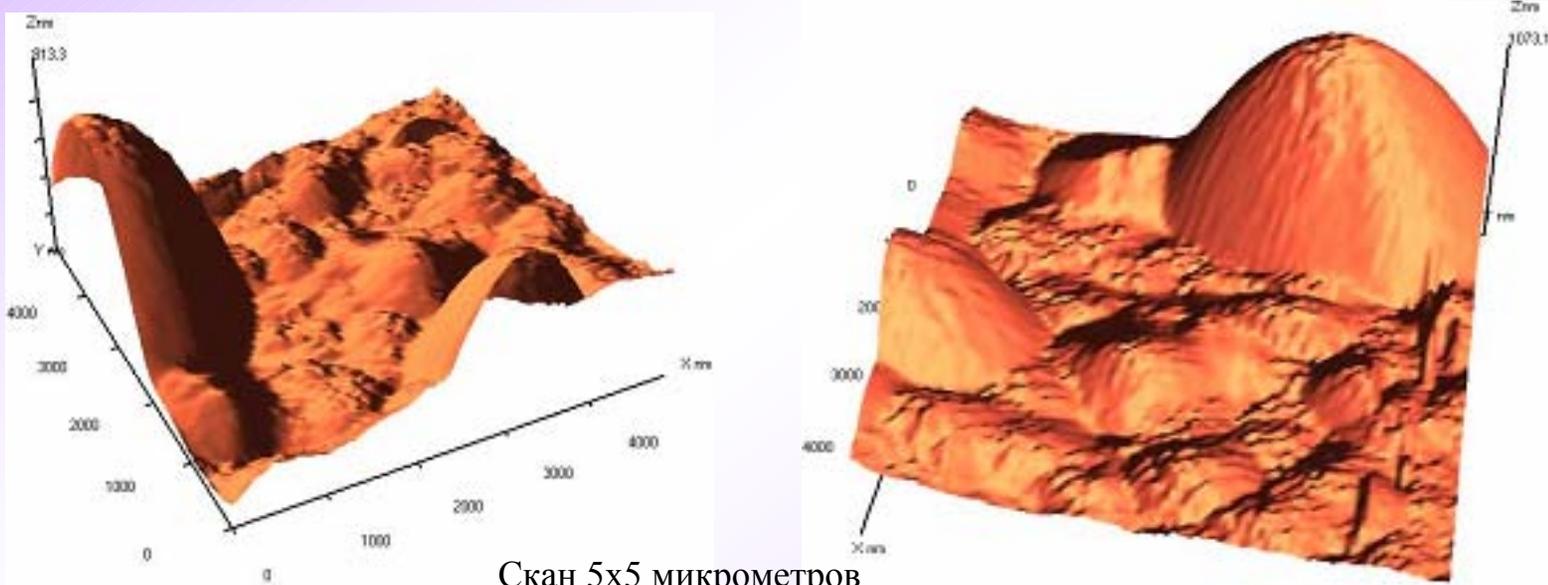
Напыленный на подложку алюминий представляет собой тонкий слой на поверхности с характерным металлическим блеском. Проанализировав результаты, полученные при сканировании, можно наблюдать, что поверхность неоднородна. На поверхности пленки обнаружилось образование тесно расположенные друг от друга очень похожие на «чешуйки». С большой долей вероятности, можно утверждать, что эти «чешуйки» расположены равномерно по всей поверхности.

Можно сделать предположение, что эти образования получились из-за неравномерного осаждения молекул алюминия в процессе напыления.

Исследование поверхностных структур пленки меди

Напыленная на подложку медь представляет собой тонкий слой на поверхности с характерным золотисто-розовым оттенком. Просмотрев результаты сканирования, можно заметить, что поверхность пленки очень неоднородна.

На поверхности имеются структуры, различные по размерам. Видно, что эти образования размещены по всей поверхности неравномерно.



Можно сделать предположение, что эти образования получились из-за неравномерного попадания крупных молекул меди на подложку при напылении.

Применение полученных результатов

Проведенное исследование представляет собой качественно новый способ исследования поверхности проводящих пленок. Он может сыграть большую роль при:

1. Совершенствовании технологии производства гибридно-пленочных микросхем.
2. Определении каких-либо новых свойств проводящих пленок.
3. Корректировке технологических режимов напыления посредством анализа сканов поверхности.
4. Выборе наиболее подходящего материала для проводящих пленок.
5. Анализе и выявлении дефектов напыления и последующего их устранения.
6. Разработке качественно новых микросхем, например микросхем с заданными свойствами проводящей пленки, что может сократить затраты на их производство.

Выводы

- В результате эксперимента представлен прямой метод оценки и исследования поверхностных структур пленок, образованных при напылении вещества на подложку в процессе изготовления микросхем.
- Образования на поверхности исследованных пленок объясняются одним фактором: неравномерностью осаждения молекул веществ при напылении (причем образования на поверхности меди крупнее т.к молекулы меди больше молекул алюминия).
- По результатам анализа сканов видно, что алюминиевая пленка является более предпочтительной для использования в микроэлектронной технике. Во-первых из-за ее однородности (следовательно у данной пленки будет более высокая проводимость и менее сильный нагрев) и во - вторых большего сцепления с поверхностью подложки (лучшей адгезии), а значит микросхемы, устроенные на применении алюминиевой пленки будут более долговечны по сравнению с микросхемами, основанными на применении медной пленки.
- Путем исследования свойств и структур различных пленок мы можем вывести некоторую закономерность, позволяющую связать структурные образования пленок с их физико-химическими свойствами. Следовательно, в скором будущем теоретически возможно создание микросхем с качественно новыми пленками, с заданными свойствами, что безусловно приведет к минимизации технических конструкций и позволит уменьшить затраты на производство.