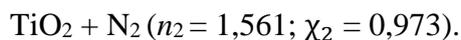
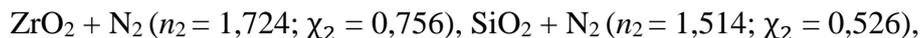
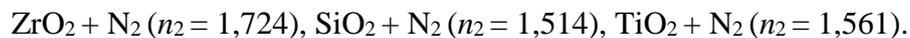


Для покрытий, полученных в среде азота, рассчитаны следующие значения n_2 и χ_2 :



Полученные характеристики, зарегистрированы с помощью спектрофотометра Photon RT для покрытий, синтезированных в среде азота:



Сравнение результатов рассчитанных значений показателей преломления исследуемых покрытий и полученных на спектрофотометре показало, что для покрытий $\text{ZrO}_2 + \text{N}_2$ разница составила 0,14. Для покрытий $\text{SiO}_2 + \text{N}_2$, разница составляет 0,01. Для $\text{TiO}_2 + \text{N}_2$ разница составляет 0,03. Для покрытий $\text{SiO}_2 + \text{N}_2$ и $\text{TiO}_2 + \text{N}_2$ измеренные значения n_2 совпадает с наименьшим отклонением значений. Отклонение значений для покрытия $\text{ZrO}_2 + \text{N}_2$, вероятнее всего вызвано особенностями формирования структуры покрытия и присутствием в объеме покрытия остаточных атмосферных газов.

Сравнив значения показателей преломления и коэффициентов пропускания для оксидных покрытий, полученных в среде азота и оксидных покрытий, полученных в вакууме, был сделан вывод, что среда азота не существенно влияет на оптические свойства оксидных покрытий.

Измеренные и рассчитанные значения показателей преломления исследуемых покрытий коррелируют со значениями этих параметров, предоставленными в литературных источниках.

Литература

1. Иванов, А. Электронно-лучевое напыление: технология и оборудование / А. Иванов, Б. Смирнов // Научно-технический журнал. – 2012. – № 6. – URL: <http://www.nanoindustry.su/journal/article/3388>. – Дата доступа: 25.02.2024.
2. Лапшинов, Б. А. Нанесение тонких пленок методом вакуумного термического испарения: метод. указания к лабораторной работе / Б. А. Лапшинов. – М-во образования и науки Рос. Федерации, Мос. гос. ин-т электроники и математики. – М.: МИЭМ, 2006. – 30 с.
3. Установка вакуумная модели ВУ-1А / 1984.00.00.000. Заводской номер: 031. Год выпуска: 1989 // Схемы и чертежи: альбом № 5.
4. Встраиваемая система контроля оптических характеристик. Модель Iris 0211: рук-во по эксплуатации. РКТН.007.000.000 РЭ: утв. дир. ОАО «ЭссентОптикс» 27.08.2010. – Минск, 2010. – 38 с.
5. Спектрофотометр Photon RT: рук-во по эксплуатации. РКТН.033.000.000 РЭ: утв. дир. ОАО «ЭссентОптикс» 08.05.2013. – Минск, 2013. – 41 с.

А. Н. Купо

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь

МИКРОТОПОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ФОТОРЕЗИСТОВ, СФОРМИРОВАННАЯ В УСЛОВИЯХ ЛАЗЕРНОЙ ФОТОДЕСТРУКЦИИ

Для исследования методом атомно-соловой микроскопии (АСМ) получена серия образцов представляющих собой трёхслойную структуру. На кремниевую пластинку методом

фоторезистивного испарения в вакууме нанесено тонкоплёночное медное покрытие толщиной порядка 1 мкм, затем методом центрифугирования нанесён слой фоторезиста с последующим запеканием при температуре 100–200 °С. Полученные структуры подвергались воздействию лазерного излучения с использованием лазерной установки LS-2137U. Цель исследования: определить оптимальные режимы для избирательного удаления фоторезиста без повреждения медного подслоя с тем, чтобы реализовать возможность последующего электрохимического осаждения меди и в полученные «пустоты» и тем самым создать трёхмерную структуру, обеспечивающую электрический контакт между слоями.

Следует отметить, что адгезионная прочность соединения системы медь-кремний значительно ниже, чем у системы медь-фоторезист, поэтому непосредственное механическое удаление фоторезиста приводит к удалению меди с поверхности кремниевой пластины. Наиболее оптимальным является режим, при котором фоторезист удаляется с поверхности по механизму фотодеструкции, под действием лазерного излучения видимого и ближнего ультрафиолетового (УФ) диапазонов.

Как показывает эксперимент, исследуемую поверхность можно условно разделить на три зоны: зона 1 – непосредственно подвергаемая лазерному воздействию, соответствующая размеру пятна фокусировки, зона 2 – зона термического влияния и 3-я зона представляет собой область не подверженную лазерному излучению, так как находится достаточно далеко места локализации тепловых процессов.

Методом АСМ Проведены исследования топологии в пределах каждой из указанных зон. На рисунке 1 представлена топология поверхности в зоне 1.

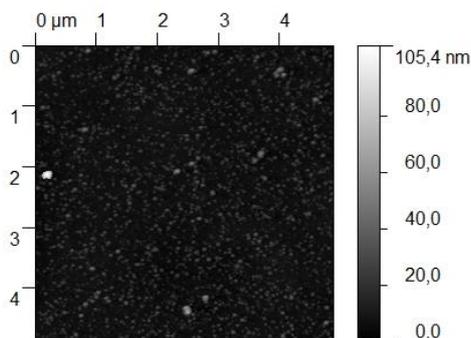


Рисунок 1 – Топология поверхности в зоне лазерного воздействия

Область, представленная на рисунке 1, имеет следующие характеристики: среднее значение высоты зерна (H) – 9,2 нм, $H_{min} = 0,0$ нм, $H_{max} = 105,4$ нм, асимметрия – 3,78, эксцесс – 32,5. Характеристики зёрен: средняя площадь зерна – $1,38 \times 10^{-15} \text{ м}^2$; средний размер зерна – 33,9 нм.

На рисунке 2 приведена топология в зоне термического влияния излучения.

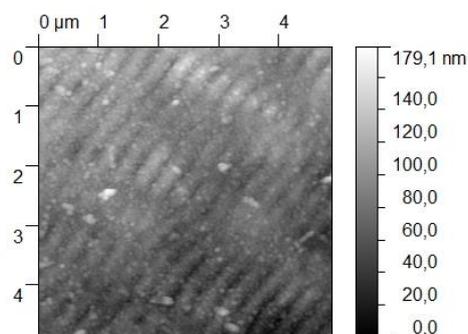


Рисунок 2 – Топология поверхности в зоне термического влияния лазерного излучения

Характеристики области, представленной на рисунке 2: среднее значение высоты зерна (H) – 81,0 нм, $H_{min} = 0,0$ нм, $H_{max} = 179,1$ нм, асимметрия – 0,0327, эксцесс – минус 0,3, средняя площадь зерна – $2,24 \times 10^{-15}$ м²; средний размер зерна – 40 нм.

На рисунке 3 представлена топология исходной поверхности.

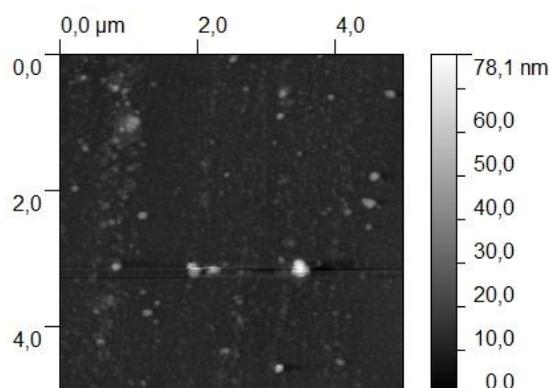


Рисунок 3 – Топология поверхности, не подвергаемой воздействию

Характеристики области, представленной на рисунке 3: среднее значение высоты зерна (H) – 13,28 нм, $H_{min} = 0,0$ нм, $H_{max} = 78,10$ нм, асимметрия – 6,69, эксцесс – 70,1, средняя площадь зерна – $4,8 \times 10^{-15}$ м²; средний размер зерна – 54 нм.

Таким образом, зона, непосредственно подвергаемая лазерному воздействию (рисунок 1), неоднородна по своей структуре по сравнению с зоной, не подвергаемой лазерному воздействию (рисунок 3), что является следствием агрессивного механизма лазерного воздействия. Удаление материала с поверхности происходит по механизму абляции, что приводит к беспорядочной структуре расположения зёрен медного подслоя на поверхности кремния. Однако такие зёрна вполне могут стать зародышами новой фазы при последующем электрохимическом осаждении меди. Определённый интерес представляет структура поверхности в зоне термического влияния (рисунок 2), представляющая собой периодическую структуру (с периодом порядка 0,3–0,5 мкм) в виде «волны», которая, видимо, является следствием распространения поверхностных термоупругих напряжений в процессе лазерного воздействия. Целесообразно дальнейшее исследование таких структур в виду их возможного использования в изделиях микроэлектроники.

А. Н. Купо¹, Н. Н. Федосенко¹, В. А. Емельянов²

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
г. Гомель, Республика Беларусь,

²ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»,
г. Минск, Республика Беларусь

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ, СФОРМИРОВАННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Современный уровень развития микроэлектроники требует разработки новых технологий для создания ее элементной базы. Методы лазерной импульсной активации электрохимической обработки материалов обладают рядом преимуществ: локальность воздействия, простота варьирования технологических параметров, отсутствие термоупругих напряжений