

УДК 53.084.823

МОДИФИКАЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПЛАЗМЕ

Мальцев Владислав Сергеевич

*Бакалавр 4 курса**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.В. Сидорова,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

При проектировании устройств микроэлектроники к структурным слоям применяются повышенные требования по качеству и структуре поверхности для обеспечения требуемых свойств при нанесении последующих слоёв.

Во многих изделиях микроэлектроники в качестве диэлектрического слоя используется оксид алюминия. Таким образом, появляется необходимость в управлении шероховатостью поверхности не только подложек, но и функциональных слоёв изделия.

Одним из часто используемых методов модификации поверхности является обработка в плазме. Данный процесс характеризуется снятием слоя материала с поверхности образца или покрытия в результате воздействия на поверхностный слой ионами газов в вакууме. Таким образом, удается изменять шероховатость поверхности, обеспечивая необходимую для последующего нанесения топологию.

Исследования влияния плазменной обработки проводили на установке TRION SIRUS T2 на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана, которая предназначена для очистки и травления в вакууме.

В качестве материалов для образцов выбраны поликор и ситалл, как часто применяемые материалы для изделий микроэлектроники. Образцы подвергали воздействию плазмы смеси газов Ar/O₂ со следующими параметрами процесса: давление – 100 Па; мощность – 400 Вт; суммарный поток газа – 200 sccm. Процентное содержание O₂ в газовой смеси изменяли с 0% до 30%, время варьировали до 40 до 80 минут.

В результате обработки в плазме подложек была получена серия образцов с различными вариантами режимов обработки. Экспериментальные образцы были исследованы на профилометре, оценена шероховатость образцов до и после обработки.

По результатам проведенных исследований были получены уравнения регрессии, описывающие зависимость шероховатости поверхности поликора для случая, когда кислород в системе присутствует (1), и когда обработка поверхности поликора происходит исключительно в плазме аргона (2):

$$Ra = 8,833 - 0.00097t, \quad (1)$$

$$Ra = 12,67 - 0.00083t. \quad (2)$$

Также по результатам экспериментов с ситаллом было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость шероховатости поверхности ситалла для случая, когда травление происходит исключительно в плазме аргона (3):

$$Ra = 14,33 + 0,00375t. \quad (3)$$

Кроме того, был проведен ряд дополнительных экспериментов на, основании которых было получено уравнение регрессии, описывающее зависимость шероховатости поверхности ситалла в плазме аргона и кислорода в течение первых 10 минут обработки (4):

$$Ra = 14 - 0,0183t, \quad (4)$$

где Ra – шероховатость поверхности, нм;

t – время, с.

Обработка в плазме аргона с добавлением кислорода (Рис. 1) показала уменьшение шероховатости поверхности поликора и ситалла до единиц нанометров.

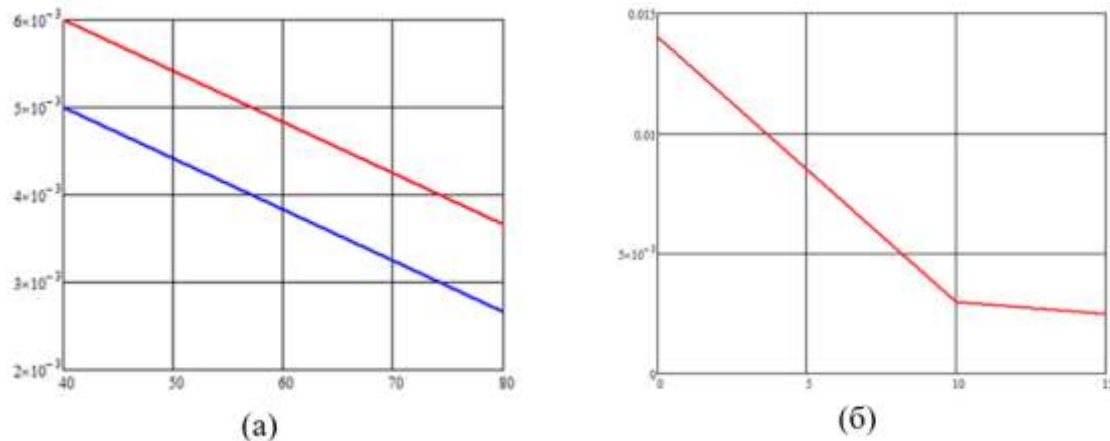


Рис. 1 – Зависимости шероховатости поверхности поликора (а) от времени обработки в плазме с 10% кислорода (красный) и с 30% (синий), ситалла (б) от времени обработки в плазме с 30% кислорода в течение 10 минут.

Анализ полученных зависимостей шероховатости поверхностей после плазменной обработки показывает, что для достижения шероховатости в единицы нанометров для ситалла достаточно провести обработку 10 минут при концентрации кислорода в плазме 30%. При обработке поликора потребуется 80 минут при той же концентрации кислорода в плазме.

Литература

1. Маскаева Л. Н., Федорова Е. А., Марков В. Ф. Технология тонких пленок и покрытий: учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 236 с.
2. Петров В. М., Шамрай А. В. СВЧ интегрально-оптические модуляторы. Теория и практика: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2021. - 225 с.
3. Ветошкин В. М. Экспериментальная установка для исследования вакуумно-плазменных процессов обработки кварца: автореф... дис. кан. тех. наук. – Ижевск: 2009. – 138 с.
4. Севрюгина Е. А., Семочкин А. И., Мальцев В. С. Исследование влияния плазменной и ионно-лучевой обработки на эпоксидную смолу //Вакуумная, компрессорная техника и пневмоагрегаты-2021. – 2021. – С. 83-89.