**УДК 621.793**

**Исследование влияния режимов магнетронного распыления на геометрические характеристики островковых плёнок**

Артемьев Иван Владиславович (1), Щербак Екатерина Сергеевна (2)

*Студент 3 курса (1), студент 4 курса (2),*

*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»*

Метод магнетронного распыления – один из наиболее перспективных вакуумно-плазменных способов нанесения тонких пленок тугоплавких металлов, применяемых в различных областях техники. Данный метод имеет несколько важных преимуществ по сравнению с другими: однородность получаемых пленок по толщине, а также формирование покрытия с низкой степенью шероховатости поверхности и высокой адгезией к подложке [1]. Именно поэтому магнетронное распыление является наиболее распространенным методом получения тонкопленочных наноструктур.

Физико-химические и механические свойства нанесенных пленок определяются их структурой, которая формируется в процессе осаждения металла на поверхность полупроводниковой или диэлектрической подложки. Для примера можно привести формирование тонких пленок молибдена на кварцевом стекле для создания чувствительного элемента кварцевого акселерометра [2] или молибденовых зеркал [3].

Процесс нанесения тонкоплёночного покрытия молибдена на кварцевое стекло методом магнетронного распыления в вакууме имеет некоторые сложности. Гладкая поверхность и низкая поверхностная энергия стекла создают проблемы с адгезией, что приводит к плохому сцеплению с отличными по структуре материалами.

Из литературных данных известно, что что нанесение островковых плёнок молибдена может значительно повысить уровень адгезии молибдена к кварцевому стеклу [4]. Островковые структуры минимизируют напряжения, возникающие на границе раздела, что способствует повышению адгезии. Это позволяет использовать островковые плёнки в качестве решения проблемы с адгезией. Однако необходимо провести исследования и определить, при каких режимах будут получены наиболее равномерные и плотно расположенные островковые слои, чтобы обеспечить минимизацию остаточных напряжений по толщине покрытия и улучшить адгезию.

Целью данной работы является исследование влияния режимов магнетронного распыления на геометрические параметры островковых плёнок молибдена.

Нанесение островковых тонких плёнок молибдена проводится методом мощного импульсного магнетронного распыления HiPIMS (High-power impulse magnetron sputtering). В качестве изменяемых технологических параметров выбраны время процесса, ток источника и поток рабочего газа.

Для получения изображений островковых тонких пленок молибдена использовали метод сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Полученные СЭМ-изображения были обработаны в специализированном программном обеспечении для оценки геометрии островковых тонких пленок: размеров островков, расстояния между ними и плотность заполнения островками площади подложки, равномерность их распределения.

Следует отметить, что исследования геометрии полученных островковых структур показали достаточную равномерность и высокую плотность распределения островков при сохранении стабильных размеров островков.

В дальнейшем планируется проведение экспериментальных исследований и получение математической зависимости геометрических параметров островковой пленки молибдена от режимов ее формирования методом HiPIMS.

**Литература**

1. *Панфилов Ю.В.* Курс лекций «Технология и оборудование микро- и наноэлектроники» // 2024.
2. *Минкин А.М.* Технология изготовления чувствительного элемента кварцевого акселерометра методом объёмной микрообработки // Т. 6, № 3–4, УДК 531.768
3. *Рогов А.В., Вуколов К.Ю.* Магнетронное напыление молибденовых зеркал и зеркальной микронной фольги со столбчатой упорядоченной нанокристаллитной структурой // Журнал технической физики, 2006, том 76, вып. 4
4. *Weimin Li, Xia Yan, Armin G. Aberle, and Selvaraj Venkataraj* Adhesion Improvement and Characterization of Magnetron Sputter Deposited Bilayer Molybdenum Thin Films for Rear Contact Application in CIGS Solar Cells // Hindawi Publishing Corporation International Journal of Photoenergy Volume 2016, Article ID 2124087, 10 pages