

УДК 621.793.182

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ НА СКОРОСТЬ РОСТА ТОНКИХ ПЛЕНОК MoS_2 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗ ДАННЫХ

Антон Вадимович Сиков

Студент 4 курса, бакалавриат

кафедра «Электронные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: А.И.Беликов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Технология нанесения тонкопленочных покрытий широко применяется в различных областях. Посредством формирования различного рода тонких пленок на деталях можно существенно увеличить прочность, износостойкость, твердость, коррозионную стойкость и другие характеристики поверхности. Одним из широко используемых в промышленности методов является магнетронное нанесение. Метод характерен своими возможностями в получении сложных по составу многокомпонентных качественных покрытий и универсальностью по отношению к использованию разных (проводящих, полупроводниковых, диэлектрических) материалов в технологическом процессе, а также относительно высокими скоростями нанесения пленок [1]. Одним из важных параметров покрытия является его толщина, к которой могут предъявляться высокие требования по величине отклонения. Для контроля скорости роста пленки в вакуумном технологическом оборудовании могут использоваться различные датчики, например, на основе кварцевых элементов. Однако, в ряде случаев, например, при отработке новых технологий, нанесении покрытий на детали в процессе их вращения, при невозможности размещения в технологической камере датчиков контроля толщины или скорости роста пленки, требуется знание степени влияния различных параметров процесса на скорость роста, что может обеспечить быстрый и эффективный подбор режимов нанесения.

В этой связи были сформулированы задачи работы, заключающейся в установлении степени влияния технологических режимов на скорость осаждения тонких пленок, формируемых магнетронным методом, с целью повышения эффективности в процессе отработки режимов нанесения. Работа проводилась применительно к технологии формирования тонкопленочных покрытий на основе дисульфида молибдена (MoS_2).

Работа разбивалась на следующие основные этапы:

- 1) Подготовка и проведение экспериментов по нанесению тонкопленочных покрытий дисульфида молибдена (MoS_2).
- 2) Измерение толщины полученных покрытий.
- 3) Разработка базы данных в среде Microsoft Access для накопления и обработки экспериментальных данных.
- 4) Занесение в базу данных результатов экспериментов (технологические режимы и результаты измерений).
- 5) Анализ накопленной в базе данных информации для выявления степени влияния технологических режимов на скорость роста плёнок.

Эксперименты проводились на лабораторной технологической установке, оснащенной магнетронами с двумя блоками питания, позволяющими осуществлять

нанесение покрытий как в режиме постоянного тока (DC), так и в импульсных режимах (MF и HIPIMS). В качестве важных параметров технологического процесса, оказывающих влияние на скорость роста покрытий можно отметить давление рабочего газа (аргона) в вакуумной камере, мощность, подаваемую на магнетрон, а также силу тока и напряжение на магнетроне, напряжение смещения на подложке и время проведения эксперимента. На качество покрытий оказывают влияние предварительная обработка подложки и температура её нагрева. В случае использования импульсных режимов работы магнетронной системы важное влияние на результат оказывают время импульса, частота и скважность [2].

Толщины покрытий измерялись при помощи профилометра TR220, который имеет следующие технические характеристики: диапазон отображения Ra и Rz 0.005-40 мкм, дискретность 0.01 мкм, точность 10%, повторяемость результатов в пределах 6% [3]. Таким образом, возможно измерение пленок толщиной порядка сотых микрометра.

В ходе разработки базы данных было выявлено 14 сущностей, на основе которых создавалась модель данных, основные из них – технологические режимы, параметры режимов работы источника питания, результаты измерений, экспериментаторы, образцы, подложки.

Дальнейший анализ информации осуществлялся путем подготовки и выполнения запросов для получения выборки с необходимой информацией, включающей режимы получения образцов, время нанесения и результаты измерения толщины, на основе которых были рассчитаны скорости роста пленки.

Предварительно, методами регрессионного анализа, применительно к полученным из базы данных факторам, было установлено, что на конечную толщину покрытия в большей степени оказывает влияние подаваемая на магнетрон мощность, а не время нанесения. Так, при мощности порядка 80 Вт и времени нанесения покрытия 60 минут, сформировалось покрытие толщиной порядка 2.91 мкм. А при мощности 20 Вт и времени нанесения 75 минут было получено покрытие толщиной порядка 1,26 мкм, что в 2,3 раза меньше предыдущего значения.

Литература

1. Кирюханцев-Корнеев Ф.В., D.Horwat, J.F.Pierson, Е.А.Левашов Сравнительный анализ покрытий Cr-B, полученных с помощью магнетронного напыления при постоянном токе и в режиме высокоомощного импульсного распыления // Письма в ЖТФ . 2014. №14. С. 1-2.
2. Источники питания для магнетронного распыления импульсами высокой мощности // Компания "Прикладная электроника". Режим доступа: <http://apelvac.com/catalog/groups/43/> (дата обращения: 17.03.2019).
3. Измеритель шероховатости TR220 // Компания ООО "ГЕО-НДТ" Режим доступа: <https://www.geo-ndt.ru/pribor-268-izmeritel-sherohovatosti-tr220.htm> (дата обращения: 17.03.2019).