

П.3. ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТОДАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ И МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Цель работы: изучение технологических процессов и оборудования для формирования тонкопленочных покрытий методами термического испарения и магнетронного распыления.

Решаемые задачи

10. Ознакомление с физическими основами процесса нанесения тонких пленок методами термического испарения и магнетронного распыления.

11. Формирование пленки на подложке методом термического испарения, контроль времени осаждения, запись параметров.

12. Формирование пленки на подложке методом магнетронного распыления, контроль времени осаждения, запись параметров.

13. Расчеты толщин сформированных пленок.

14. Анализ полученных данных.

15. Оформление отчета и представление его к защите.

Методические указания

Прежде чем приступить к работе на вакуумной универсальной установке, следует изучить инструкцию по эксплуатации установки.

Техника безопасности

Вакуумная универсальная установка управляется напряжением 380 В. Эксплуатацию вакуумной универсальной установки следует проводить в соответствии с ПТЭ электроустановок потребителей и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей для электроустановок напряжением до 380 В.

Краткий конспект теоретической части

Изучение теоретической части проводится по методическим указаниям к лабораторным работам по курсу «Высоковакуумные технологические процессы в приборостроении».

Подготовка к проведению лабораторной работы (выполняется преподавателем или инженером)

1. Выбор материала для термического испарителя и его установка в испаритель.

2. Выбор мишени для магнетронной распылительной системы и ее установка в магнетрон.

3. Подготовка универсальной вакуумной установки к работе.

Проведение лабораторной работы

1. Ознакомиться с физическими основами процесса нанесения тонких пленок методом термического испарения.
2. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы термического испарителя.
3. Установить в рабочую камеру установки испаритель, испаряемый материал и предварительно очищенные подложки.
4. Произвести осаждение пленки методом термического испарения, измерить время осаждения, записать параметры.
5. Разгерметизировать камеру и извлечь образцы после термического испарения.
6. Установить в рабочую камеру установки мишень в магнетрон и предварительно очищенные подложки.
7. Произвести осаждение пленки методом магнетронного распыления, измерить время осаждения, записать параметры.
8. На основании выражений для нахождения скоростей выполнить расчеты толщин осажденных пленок.
9. Проанализировать полученные данные, сделать краткие выводы по работе.
10. Подготовить отчет и представить его к защите.

2. Формирование покрытия методом термического испарения

Испаряемый материал и его характеристики

1. Материал покрытия — _____.
2. Молярная масса материала M — _____, кг/кмоль
3. Плотность материала ρ — _____, кг/м³
4. Коэффициент прилипания αM — _____.

Параметры процесса испарения

1. Температура испарения $T_{\text{и}}$ — _____, К
2. Давление пара материала $p_{\text{нас}}$ — _____, Па
3. Рабочее давление процесса p — _____, Па
4. Площадь испарителя $S_{\text{и}}$ — _____, м²
5. Длительность процесса t — _____, с

Параметры геометрии системы

1. Расстояние от источника до подложки r_1 — _____, м
2. Косинус угла испарения $\cos \varphi$ — _____.
3. Косинус угла конденсации $\cos \theta$ — _____.

Расчет значения толщины покрытия

1. Скорость испарения $v_{\text{и}} =$ _____

2. Скорость осаждения $v_{\text{о}} =$ _____

3. Толщина покрытия $h_{\text{и}} =$ _____

3. Формирование покрытия методом магнетронного распыления

Распыляемый материал и его характеристики

1. Материал покрытия — _____.
2. Молярная масса материала M — _____, кг/кмоль
3. Плотность материала ρ — _____, кг/м³
4. Заряд электрона qe — _____, Кл
5. Число Авогадро N_A — _____, кмоль⁻¹
6. Коэффициент прилипания αM — _____.

Параметры процесса распыления

1. Ток разряда I — _____, А
2. Напряжение разряда U — _____, В
3. Рабочее давление процесса p — _____, Па
4. Площадь зоны распыления $S_{\text{п}}$ — _____, м²
5. Плотность ионного тока j — _____, А/м²
6. Энергия ионов аргона E — _____, кэВ
7. Коэффициент распыления S_p — _____, атом/ион
8. Длительность процесса t — _____, с

Параметры геометрии системы

1. Расстояние от источника до подложки r_1 — _____,
2. Косинус угла распыления $\cos \varphi$ — _____
3. Косинус угла конденсации $\cos \theta$ — _____

Расчет значения толщины покрытия

1. Скорость распыления $v_p =$ _____

2. Скорость осаждения $v_o =$ _____

3. Толщина покрытия $h_p =$ _____

4. Выводы

5. Контрольные вопросы

1. Для осуществления процесса термического испарения необходимо:

- а) нагреть материал до температуры, обеспечивающей давление насыщенных паров данного материала;
- б) нагреть материал до температуры испарения;
- в) нагреть материал до температуры плавления.

2. Для осуществления процесса магнетронного распыления необходимо:

- а) подать в камеру рабочий газ;
- б) подать небольшое напряжение на подложкодержатель с установленными на них подложками;
- в) использовать дополнительный источник генерации ионов рабочего газа.

3. Число приходящих от технологического на подложку частиц зависит от:

- а) расстояния между технологическим источником и подложкой;
- б) энергии частиц;
- в) материала подложки.