


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной  
программы

  
\_\_\_\_\_ А.В. Германенко  
«29» \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2020 г.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

**Методы нанолитографии**

**в составе модуля**

**Физика и технологии микро- и нанoeлектроники**

Уровень образования: Магистратура

Форма обучения: Очная

## Перечень примерных вопросов для зачета

1. Приведите физические методы нанесения тонких пленок.
2. В чем заключается методика нанесения тонких пленок с помощью вакуумного испарения? Какие разновидности Вы знаете?
3. В чем заключается методика нанесения тонких пленок с помощью импульсного лазерного воздействия?
4. В чем заключается методика нанесения тонких пленок с помощью вакуумного распыления?
5. В чем особенность и реализация метода магнетронного распыления?
6. В чем суть метода химического нанесения тонких пленок из газовой фазы?
7. Что такое плазма? Приведите простейший пример реактора для травления с помощью плазмы.
8. Что такое емкостно-спаренная плазма?
9. Что обозначает термин «тонкая пленка»?
10. Приведите примеры 10 применений тонких пленок.
11. Нарисуйте схематическое устройство вакуумной камеры для нанесения методом термического испарения.
12. Как должны двигаться атомы (молекулы) испаряемого вещества при нанесении тонких пленок методом вакуумного испарения (тип потока)?
13. Что такое давление насыщенных паров над поверхностью вещества? Как зависит от температуры?
14. Преимущества и недостатки метода вакуумного испарения.
15. Характерные температуры нагрева напыляемого вещества в методе вакуумного испарения?
16. От чего зависит скорость испарения напыляемого вещества в методе вакуумного испарения?
17. Как происходит испарение сплавов и изменение состава образующейся пленки по сравнению с составом исходного сплава?
18. Как происходит испарение соединений в методе вакуумного испарения? Может ли при испарении соединения происходить нанесение практически без изменения состава?
19. Отличия и особенности электронно-лучевого испарения.
20. Поясните на простейшем примере механизм физического распыления в плазме. Что такое автосмещение?
21. Что такое плазма?
22. Какова характерная энергия атомов или молекул напыляемого вещества, вылетающих с поверхности в методе вакуумного испарения?
23. Какова характерная энергия атомов напыляемого вещества, вылетающих с поверхности мишени при реализации метода вакуумного распыления?
24. Поясните как реализуется метод ВЧ катодного распыления.
25. Зачем при нанесении тонких пленок во многих методах применяется вакуум?
26. Основные единицы измерения давления вакуумной технике и их взаимосвязь (Торр, мбар, Па, атм).
27. Что такое парциальное давление?
28. Диапазоны низких давлений (степени вакуума). По каким параметрам делят на диапазоны?
29. Принцип работы вращающихся пластинчатых вакуумных насосов.
30. Принцип работы водоструйных и пародиффузионных насосов.
31. Принцип работы турбомолекулярных насосов.
32. Принцип работы криогенных насосов.
33. Какое необычное состояние поверхности можно получить, используя сверхвысокий вакуум?

34. Методы измерения давления в вакуумной системе. Основная классификация методов.
35. Механические вакууметры, примерный рабочий диапазон давлений.
36. Жидкостные вакууметры
37. Принцип действия вакууметров, основанных на изменении теплопроводности газа в зависимости от давления
38. Принцип действия ионизационных вакууметров
39. «Главное» свойство тонких пленок
40. Природа сил адгезии тонких пленок к поверхности подложки.
41. Методы измерения адгезии тонких пленок.
42. Типы механических напряжений в тонких пленках.
43. Методы измерения механических напряжений в пленках
44. Какие механические напряжения характерны для термического испарения, а какие для распыления?
45. Что такое эпитаксия? Виды эпитаксии.
46. Принцип метода жидкостной эпитаксии.
47. Принцип формирования тонких пленок золь-гель методом.
48. Принцип метода Ленгмюра-Блоджетт
49. Основные виды модификации поверхности, которые можно использовать в фотолитографии
50. Профиль распределения примеси при ионной имплантации.
51. Принцип метода молекулярно-лучевой эпитаксии. Конструкция эффузионной ячейки Кнудсена.
52. Методы измерения сопротивления тонких пленок
53. Зависимость сопротивления тонкой пленки от толщины
54. Модели проводимости пленки на ранних стадиях роста
55. Классификация методов нанесения тонких пленок с примерами
56. Два режима образования паров при нанесении тонких пленок методом вакуумного испарения. Чем они отличаются? Каков численный критерий? Примеры веществ.
57. Закон косинусов в распределении толщины пленки для точечного и небольшого плоского источника (испарителя). Проиллюстрируйте рисунком.
58. Как можно улучшить однородность толщины пленок, полученных методом вакуумного испарения (два варианта размещения подложки относительно источника)?
59. Как вероятность «прилипания» атома к поверхности зависит от его кинетической энергии? Какие режимы можно выделить на этой зависимости?
60. Критерий Кнудсена. Три режима течения газа.
61. Классификация вакуумных насосов (2 уровня иерархии + примеры)
62. Сорбционные насосы. Основные типы, принцип работы и примеры.
63. Методы измерения толщины тонких пленок (классификация)
64. Оптические методы измерения толщины тонких пленок.
65. Кварцевые микровесы – принцип работы, применение для измерения толщины напыляемых пленок.
66. Модели образования напряжений в пленках (несколько примеров)
67. Профиль распределения примеси при диффузии с ограниченным и неограниченным источником.
68. Модели зародышеобразования тонких пленок
69. Рост пленки на начальных этапах нанесения. Зависимость от температуры.