**казахский национальный университет имени аль-фараби**

**Физико-технический факультет**

**Кафедра физики твердого тела и нелинейной физики**

|  |  |
| --- | --- |
|   | Утвержденона заседании Ученого совета факультетаПротокол №\_10 от 31.05.2013 г.Декан факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Давлетов А.Е. |

### СИЛЛАБУС (SYLLABUS)

**Тонкопленочная микроэлектроника**

для магистрантов 2-го курса по направлению подготовки

6M072300**-** Техническая физика

**Лектор:** Е.А.Сванбаев , к.ф..-м. н., ст. преподаватель, т.8775 846 4415, e-mail:eldos54@mail.ru

каб. 202:

**Преподаватель (практические, семинарские, лабораторные занятия):**

Е.А.Сванбаев , к.ф..-м. н., ст. преподаватель, т.8775 846 4415, e-mail:eldos54@mail.ru

каб. 202:

**Цель и задачи дисциплины:**

**Цель:**  ознакомление с современными принципами и методами тонкопленочной микроэлектроники, изучение принципов действия активных и пассивных тонкопленочных элементов, применяемых в тонкопленочной микроэлектронике и развитие навыков применения полученных знаний на практике.

**Задачи:** В курсе излагаются вопросы, касающиеся физики и технологии тонкопленочных микросхем а также способов повышения точности и степени интеграции.

**Компетенции:**

**После прохождения курса** студент **должен**

**знать** задачи, инструментальную базу и методы современной тонкопленочнной микроэлектроники,

**иметь представление** о факторах, влияющих на параметры активных и пассивных тонкопленочных элементов, и методах учета соответствующих систематических ошибок,

**уметь** применять инструментальную базу и тонкопленочные устройства на практике.

**Пререквизиты:** Для усвоения курса студент должен иметь знания по основам электроники и физики в объеме курсов, читаемых на факультете.

**Постреквизиты:** Знания и умения, полученные студентами при усвоении дисциплины «тонкопленочная микроэлектроника» являются базой для применения в прикладных экспериментальных исследованиях.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **содержание** | **Часы**  | **Задания СРСП** |
| **1** | **Лекция 1.** Методы и технология формирования рисунка тонкопленочных элементов. Получение рисунка интегральных микросхем, фотолитография.  |  |  |
| **Семинар 1.** Топология тонкопленочного резистора заданного номинала. |  |
|  |
| **2** | **Лекция 2.**. Способы экспонирования. Контактная и проекционная литография. Фотошаблоны.  |  |  |
| **Семинар 2.** Набор фотошаблонов для изготовления тонкопленочного резистора заданного номинала. |  |
|  |
|  | **Лекция 3.** Термическое испарение в вакууме Вакуумные напылительные установки . . |  |  СРСП 1. История развития тонкопленочной микроэлектроники.  |
| **Семинар 3.** Рассчет скорости испарения различных металлов при условных температурах испарения. |  |
|  |
|  | **Лекция 4.** Формирование молекулярного потока. Скорость конденсации различных материалов. |  |  СРСП 1. История развития тонкопленочной микроэлектроники.  |
| **Семинар 4.** Рассчет толщины пленок при методе термического испарения. |  |
|  |
|  | **Лекция 5.** Получение пленок ионно-плазменным распылением. Катодное и магнетронное распыление. |  |  |
| **Семинар 5.** Расчёт скорости распыления мишени ионами аргона.  |  |
|  |
|  | **Лекция 6.** Теории ионного распыления. |  |  |
| **Семинар 6.** Расчет скорости роста пленки.  |  |
|  |
|  | **Лекция 7.** Неороиентирующие подложки пленочных ИМС. Свойства подложечных материалов.  |  |  СРСП 2. Эпитаксиальный рост тонких пленок.  |
| **Семинар 7.**Расчет сопротивления проводников и резисторов. |  |
|  |
|  | **Лекция 8.** Ориентирующие подложки пленочных ИМС. Свойства подложечных материалов.  |  |  СРСП 2. Эпитаксиальный рост тонких пленок.  |
| **Семинар 8.** Расчет допустимой мощности проводников и резисторов. |  |
|  |
|  | **Лекция 9.** Тонкопленочные резисторы. Выбор материалов. Технологические погрешности резисторов |  |  |
| **Семинар 9.** Расчет тонкопленочного резистора заданного номинала.  |  |
|  | **Лекция 10.** Тонкопленочные конденсаторы. Параметры тонкопленочных конденсаторов. Диэлектрические материалы. Выбор материала обкладок |  |  СРСП 3. Технология молекулярно-лучевой эпитаксии.  |
| **Семинар 10**. Расчет тонкопленочного конденсатора заданного номинала. |  |
|  |
|  | **Лекция 11.** Тонкопленочные индуктивности. Проводники и контактные площадки.  |  |  |
| **Семинар 11.** Расчет тонкопленочной индуктивности заданного номинала.  |  |
|  |
|  | **Лекция 12.** Тонкие пленки в технике СВЧ. Гибридные интегральные микросхемы.  |  |  СРСП 4. Толстопленочная технология микросхем.  |
| **Семинар 12.** Технологический маршрут изготовления тонкопленочной интегральной микросхемы. |  |
|  |  |
|  | **Лекция 13.** Тонкослойные оптические покрытия6.2.1. Просветляющие покрытия для видимой и инфракрасной областей спектра.  |  |  СРСП 4. Толстопленочная технология микросхем.  |
| **Семинар 13.** Расчет просветляющего покрытия для заданной длины волны. |  |
|  |  |
|  | **Лекция 14.** Диэлектрические многослойные зеркала.  |  |  СРСП 4. Толстопленочная технология микросхем.  |
| **Семинар 14.** Расчет диэлектрического зеркала для заданной длины волны. |  |
|  |  |

**Литература**

**Основная литература**

1. Технология тонких пленок. Справочник под ред. Л.Майссела, Р.Глэнга. - М.: Сов.радио, 1977. Т.1. -662 с.
2. Данилина Т.И. Технология тонкопленочных микросхем. - Томск: ТМЦ ДО, 2006. – 152 с.

**Дополнительная литература**

1. Данилина Т.И. Перспективные технологии производства СБИС. - Томск: ТМЦ ДО, 2000. – 99 с.
2. Данилина Т.И., Смирнов С.В. Ионно-плазменные технологии в производстве СБИС. - Томск: Томск. ун-т систем управления и радиоэлектроники. 2000. -140с.
3. Кульбачинский В.А. Структуры малой размерности в полупроводниках. – М.: Изд. МГУ, 1998.
4. Киселев В.Ф., Козлов С.Н., Зотеев А.В. Основы физики поверхности твердого тела. – М.: Изд. МГУ, 1999.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ Политика курса

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие лабораторные занятия по уважительной причине, отрабатывают их в дополнительное время в присутствии лаборанта, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.

будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент баллов | %-ное содержание | Оценка по традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I (Incomplete) | - | - | «Дисциплина не завершена»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P (Pass) | **-** | **-** | «Зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP (No Рass) | **-** | **-** | «Не зачтено»(*не учитывается при вычислении GPA)*  |
| W (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»(*не учитывается при вычислении GPA)* |
| Атт.  |  | 30-6050-100 | Аттестован |
| Не атт. |  | 0-290-49 | Не аттестован |
| R (Retake) | - | - | Повторное изучение дисциплины |

**Выставление оценок**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид контроля | Максимальный балл | Минимальный балл или рейтинг допуска)  | Примечание  |
| 1 | Рубежный контроль 1  | 100 | 50  | Сумма оценок по все видам заданий за 1 - 7 недели |
| 2 | Рубежный контроль 2 | 100 | 50  | Сумма оценок по все видам заданий за 8 - 15 недели  |
| 3 | Оценка текущей успеваемости  | (РК1+РК2)/2=100  | 50  | Среднее арифметическое РК1 и РК2 |
| 4 | Оценка итогового контроля (экзаменационная оценка) | 100 | 50  |  |
| 5 | Итоговая оценка по дисциплине  | 100 | 50  | Среднее арифметическое оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки |

*Рассмотрено на заседании кафедры*

*протокол № 36 от « 21» мая 2013 г.*

Зав.кафедрой Приходько О.Ю.

Лектор Сванбаев Е.А.