



Технологічні основи електроніки

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Статус дисципліни	нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доц., Мачулянський О.В., ¹
Розміщення курсу	Google classroom flgvx7i

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Мета навчальної дисципліни: формування у студентів компетентності для професійної діяльності в застосуванні технологій та матеріалів при вирішенні практичних та технологічних задач розробки, проектування, виробництва, експлуатації електронних приладів мікро- та наносистемної техніки

Основні завдання навчальної дисципліни.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати наступні результати:

ЗНАННЯ:

- основних положень та принципів організації технологічного процесу виробництва приладів електронної техніки;
- фізико-хімічних основ сучасної технології;
- базових технологічних процесів сучасної мікроелектроніки.

УМІННЯ:

- обґрунтувати структуру технологічних процесів типових виробів електронної техніки;
- вибрати оптимальні базові процеси для формування виробів мікроелектроніки;
- розрахувати основні параметри базових технологічних процесів;
- сформулювати вимоги до умов та режимів обробки, практично виконати найпростіші

технологічні операції.

Програмні результати навчання

- Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення
- Застосовувати знання структурних особливостей, природи хімічного зв'язку та електрофізичних властивостей матеріалів електроніки для створення функціональних матеріалів та структур твердотільної, оптичної, мікрохвильової та наноелектроніки.
- Будувати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів, використовувати їх при розробці нової мікро- та наносистемної техніки та виборі оптимальних рішень.
- Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

Фахові компетентності

- Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.
- Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання.
- Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.
- Здатність ефективно вибирати належні напрями і відповідні методи для розв'язування задач моделювання, проектування та конструювання в області мікроелектронних інформаційних систем.
- ЗДАТНІСТЬ практичного використання набутих знань в процесі навчання у ВУЗі, при виконанні курсових та дипломної робіт, у практичній діяльності та наукових дослідженнях за фахом.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити

Вивчення дисципліни «Технологічні основи електроніки» базується на знаннях, отриманих при вивченні наступних дисциплін: фізика, математичний аналіз, хімія матеріалів електроніки, матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки.

Постреквізити

Дисципліна є базовою для вивчення наступних дисциплін: наноелектроніка, сенсорні матеріали та технології, функціональна електроніка, мікрохвильова техніка, біомедичні сенсори, а також виконання преддипломної практики та дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальна характеристика виробів електронної техніки.

Тема 1.1. Вступ. Предмет і завдання курсу..

Тема 1.2. Основні терміни та означення.

Тема 1.3. Вимоги до умов виробництва електронних приладів, та пристроїв, інтегральних схем та інших виробів електронної техніки.

Тема 1.4. Етапи розробки виробів та технології, технічна документація.

Розділ 2. Структура технологічного процесу виробництва приладів та пристроїв електронної техніки.

Тема 2.1. Узагальнена структура технологічного процесу.

Тема 2.2. Класифікація фізико-хімічних технологічних процесів

Тема 2.3. Основні принципи планарної технології. Інтеграція технологічних процесів в технологічні маршрути.

Розділ 3. Базові технологічні процеси виробництва електронної техніки.

Тема 3.1. Підготовка і обробка поверхні підкладок

Тема 3.2. Основи процесів очистки поверхні. Очистка в рідких середовищах

Методи сухого травлення

Тема 3.3. Дифузійне легування та модифікування.

Тема 3.4. Фізичні основи іонної імплантації

Тема 3.5. Осадження діелектричних плівок.

Тема 3.6. Металізація. Методи осадження тонких провідних та резистивних плівок.

Тема 3.7. Епітаксія. Особливості і різновиди епітаксійних процесів.

Тема 3.8. Хімічні методи нанесення плівок.

Тема 3.9. Літографічні процеси.

Тема 3.10. Складання, монтаж та герметизація виробів електронної техніки.

Розділ 4. Технологічні схеми виробництва приладів електронної техніки

Тема 4.1. Дискретні напівпровідникові прилади

Тема 4.2. Монолітні інтегральні схеми. Плівкові інтегральні схеми.

Тема 4.3. Електронні вироби на печатних платах.

4. Рекомендована література

12.1. Базова

1. Ю. Готра. Технологія електронної техніки. Т.1, Т.2. вид. Львівська політехніка. 2010 р.
2. С.П.Новосядлий. Фізико-технологічні основи субмікронної технології великих інтегральних схем. І.Франківськ, 2003 р.
3. Ю.М.Поплавко, О.В.Борисов, Ю.І.Якименко. Нанофізика наноматеріали, наноелектроніка. Київ. НТУУ КПІ, 2012, р.
4. М.Г.Находкін. Д.І.Шека. Фізичні основи мікро-та наноелектроніки. ВТЦ Київський університет. 2005 р.
5. Курносів А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. – М.: Высшая школа, 1986.

Допоміжна

1. Свечников Г.С. Интегральная микроэлектроника. Ограничения и перспективы. – Одесса: Астропринт, 2010. – 474с.
2. Вербицкий В. Г. Ионные нанотехнологии в электронике. К.: МП Леся, 2002. – 376 с.
3. У. Тилл и Дж. Лаксон, Интегральные схемы — материалы, приборы, изготовление, М.— Мир, 1985 г., 504 с
4. Технология СБИС, том I-II, под ред. С.Зи, М., Мир, 1986.-404 с.
5. Технология тонких пленок. Справочник. Под ред. М.Майселла, Р.Гленга.М. Сов. радио. 1977 г.
6. Коледов Л.А., Технология і конструкція мікросхем, мікропроцесорів і мікросборок. М., "Радіо і зв'язок", 1989р, 400 с
7. Физика тонких пленок. Под ред. Г.Хасса. Пер. с англ. М.Мир. 1967 г.
8. Черняев В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М., Радио и связь, 1989, 464 с.
9. Мачулянський О.В., Татарчук Д.Д. Методичний посібник – електронне видання з курсу „Моделювання технології та ІМС ” : – К.: НТУУ „КПІ”, 2009. – 32 с. Свід. – НМУ № Е8/9-059

10. Технологія формування окисних та легованих шарів в напівпровідникових пластинах термічними методами. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Київ. Аверс, 2008. – 39 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Загальна характеристика технології виробів електронної техніки.					
Тема 1.1. Вступ. Предмет і завдання курсу..	2	2			
Тема 1.2. Основні терміни та означення.	3	2			1
Тема 1.3. Вимоги до умов виробництва електронних приладів, та пристроїв, інтегральних схем та інших виробів електронної техніки.	4	2			2
Разом за розділом 1	9	6			3
Розділ 2. Структура технологічного процесу виробництва приладів та пристроїв електронної техніки.					
Тема 2.1. Узагальнена структура технологічного процесу.	3	2			1
Тема 2.2. Класифікація фізико-хімічних технологічних процесів.	3	2			1
Тема 2.3. Основні принципи планарної технології. Інтеграція технологічних процесів в технологічні маршрути.	5	2			3
Разом за розділом 2	11	6			5
Розділ 3. Базові технологічні процеси виробництва електронної техніки.					
Тема 3.1. Підготовка і обробка поверхні підкладок .	10	2		6	2
Тема 3.2. Основи процесів очистки поверхні. Очистка в рідких середовищах. Методи сухого травлення	4	2			2
Тема 3.3. Дифузійне легування та модифікування. Механізм легування дифузійною домішкою. Перший та другий закони Фіка. Моделі дифузії домішок в тверде тіло.	20	2		14	4

1	2	3	4	5	6
Тема 3.4. Фізичні основи іонної імплантації. Радіаційно стимульована дифузія.	4	2			2
Тема 3.5. Осадження діелектричних плівок.	2	1			1
Тема 3.6. Металізація. Методи осадження тонких провідних та резистивних плівок.	10	2		6	2
Тема 3.7. Епітаксія. Особливості і різновиди епітаксійних процесів.	1	1			
Тема 3.8. Хімічні методи нанесення плівок.	2	1			1
Тема 3.9. Літографічні процеси. Особливості фотолітографії.	3	2			1
Тема 3.10. Методи збирання і герметизації виробів електронної техніки.	2	1			1
Разом за розділом 3	58	16		26	16
Розділ 4. Технологічні схеми виробництва приладів електронної техніки					
Тема 4.1. Дискретні напівпровідникові прилади	4	2			2
Тема 4.2. Монолітні інтегральні схеми. Плівкові інтегральні схеми.	21	5		10	6
Тема 4.3. Електронні вироби на печатних платах.	3	1			2
Екзамен	14				14
	42	8		10	24
Всього годин	90	36		18	36
	120	36		36	48

Цикл комплексного практикуму призначений для розвитку та закріплення знань та навичок необхідних при виконанні технологічних процесів формування виробів електронної техніки.

№ з/п	Назва роботи комплексного практикуму
1	Визначення питомого опору матеріалів чотирьохзондовим методом
2	Омічні контакти. Особливості створення омічних контактів в інтегральних напівпровідникових структурах. Визначення опору омічних контактів метал-напівпровідник
3	Легування напівпровідникових структур методом термічної дифузії (одно стадійний технологічний процес)
4	Легування напівпровідникових структур методом високотемпературної дифузії (двостадійний технологічний процес)

6. Самостійна робота студента/аспіранта

З метою сприяння більш поглибленого вивчення студентом теоретичного матеріалу, формування навичок використання набутих знань для розв'язку практичних задач в процесі вивчення дисципліни "Технологічні основи електроніки" передбачені індивідуальні завдання на

наступні теми.

№ з/п	Назва розділу	Кількість годин СРС
1	Загальна характеристика технології виробів електронної техніки. Розглядаються місце та роль технології, технологія як наука, етапи розвитку технології. Сучасні вимоги до технології електронних приладів. Особливості метрологічного забезпечення сучасної технології. Вимоги до умов виробництва приладів електронної техніки, чистоти та параметрів середовища виробництва і робочих матеріалів, рідин та газів. Рекомендована література: [2], [3], глава 1 [5], [д1].	3
2	Структура технологічного процесу виробництва приладів електронної техніки. Вивчити узагальнену структурну схему технологічного процесу, основні етапи процесу, особливості виробництва основних типів напівпровідникових та електровакуумних приладів. Класифікація технологічних процесів, роль електронно-іонної, плазмової та фотонної обробки, інтегрованих процесів. Особливості та роль планарної технології в мікроелектроніці. Вивчити її основні принципи, типову схему планарного технологічного процесу, перспективи її розвитку. Рекомендована література: [1], [5], [д8].	5
3	Базові технологічні процеси виробництва електронної техніки. Базові технологічні процеси в електронній промисловості. Опрацювати питання про підготовку та обробку поверхні підкладок. Вивчити процеси очистки, хімічної, сухої іонноплазмової обробки. Легування матеріалів, дифузійне легування та іонна імплантація. Нанесення речовини на підкладку. Епітаксія. Отримання провідних та резистивних плівок, формування оксидних та нітридних шарів кремнію. Літографічні процеси. Фотолітографія та її різновиди. Інші методи літографії. Монтаж та герметизація виробів електронної техніки. Вивчити вимоги до електричних з'єднань, засоби з'єднань та методи герметизації. Контроль та випробовування виробів електронної техніки, їх методи та різновиди. Рекомендована література: [1], [2], [4], [5], [д2], [д3], [д4], [д5]. [д7].	16
4	Технологічні схеми виробництва приладів електронної техніки. Вивчити технологічні схеми виробництва типових приладів: дискретних напівпровідникових приладів, плівкових схем, виробів на печатних платах. Рекомендована література: [1], [5], [д8].	10
5	Екзамен	14

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції та практикум проводяться в Google Meet за постійно діючим посиланням.

Передбачено можливість навчання в дистанційному та змішаному режимі

Методичне забезпечення дисципліни присутнє в електронному вигляді в середовищі Campus.

Окремо створено Google Classroom

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: з метою контролю процесу засвоєння учбового матеріалу дисципліни передбачено МКР, а також тематичні опитування під час проведення лекцій та під час захисту індивідуальних робіт.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен)

Умови допуску до семестрового контролю: виконання МКР , індивідуальних завдань

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, д.т.н., доцент, Мачулянський О.В.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № _____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № _____ від _____)