



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Функціональні матеріали елементів електронного захисту та сонячної енергетики

Шифр та назва спеціальності
176 «Мікро- та наносистемна техніка»

Інститут
ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма
Мікроелектроніка енергоефективності та електронний захист

Кафедра
Мікро та наноелектроніки (167)

Рівень освіти
Магістр

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр
1

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Хрипунов Геннадій Семенович

gennadiy.khrypunov@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи НТУ «ХПІ».

Стаж роботи 35 років. Автор понад 200 наукових і навчально-методичних праць. Провідний викладач дисциплін: «Тонкоплівкові сонячні елементи», «Фізичне матеріалознавство» та ін.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на ознайомлення студентів із основними принципами та властивостями функціональних матеріалів, які використовуються у виробництві напівпровідникових приладів для елементів електронного захисту та приладів сонячної енергетики. Студенти отримають глибокі знання про структуру та властивості напівпровідникових функціональних матеріалів, а також ознайомляться з методами їх виготовлення та обробки. Курс також розглядає основні принципи функціонування напівпровідникових приладів, таких як елементи захисту електронної техніки, транзистори, діоди сонячні елементи різних типів та конструкцій. Студенти мають можливість вивчати сучасні технології виробництва напівпровідникових приладів та їх застосування в різних сферах, що сприяє розвитку їхніх практичних навичок і готовності до вирішення завдань у сфері електроніки та мікроелектроніки.

Мета та цілі дисципліни

Вивчення фізичних, електронних та оптичних властивостей функціональних напівпровідникових матеріалів. Мета полягає в поглибленні знань студентів з фізичної природи та властивостей напівпровідникових матеріалів, їхнього впливу на роботу електронних пристроїв захисту та

сонячних елементів. Основні цілі включають ознайомлення з методами виробництва, характеристиками та технологічними аспектами напівпровідників. Студенти мають розвивати навички аналізу та розуміння взаємодії матеріалів у приладах, а також вивчати актуальні технології в галузі мікроелектроніки. Курс спрямований на формування практичних вмінь і готовності до вирішення завдань в електронній індустрії. Студенти детально розглядають кристалічну структуру, дефекти, дислокації та інші аспекти, впливаючи на функціональність приладів електронного захисту та сонячних елементів на основі функціональних напівпровідникових матеріалів. Дисципліна спрямована на вивчення основних методів аналізу та характеристики матеріалів, таких як рентгенівська дифракція, спектроскопія та електронна мікроскопія.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації, екзамен.

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірвальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення.

ФК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення.

ФК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

ФК8. Здатність розробляти та застосовувати технологічні рішення виробництва приладів сонячної енергетики.

ФК9. Здатність досліджувати та експлуатувати прилади сонячної енергетики.

ФК10. Здатність розробляти та застосовувати технологічні рішення виробництва елементів захисту електронного обладнання.

ФК11. Здатність досліджувати та експлуатувати елементи захисту електронного обладнання..

Результати навчання

ПРН1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

ПРН2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

ПРН3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.

ПРН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.

ПРН9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.

ПРН16. Проектувати, виготовляти, досліджувати параметри та експлуатувати пристрої сонячної енергетики у відповідності до вимог замовника.

ПРН17. Розробляти та досліджувати параметри елементів захисту електронного обладнання у відповідності до вимог замовника.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Компетентності, якими має володіти студент (дисципліни): вища математика, загальна фізика, обчислювальна техніка, вступ до спеціальності, фізика напівпровідників, українська мова, іноземна мова.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Теоретичний аналіз наукових джерел, створення власного технічного проекту, робота в малих групах, практичні вправи.

Дисципліна побудована на розгляді практичних рішень та проектів для промислових об'єктів України з урахуванням розгляду світових досягнень і рішень у сфері відновлюваної енергетики. В рамках самостійної роботи студентам пропонується розрахункова робота, яка дозволить сформувати індивідуальні навички проектування завершених рішень для подальшої професійної діяльності. Активні методи навчання: дискусія, метод конкретних практичних ситуацій, використання наукового устаткування кафедри.

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Під час виконання лабораторних робіт використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій та прикладного комп'ютерного програмування під час розрахунків і аналізу параметрів роботи напівпровідникових приладів. Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Модуль 1 Функціональні матеріали елементів електронного захисту

Тема 1. Загальна характеристика радіоелектронних завод.

Радіоелектронне подавлення. Класифікація електронних завод за джерелом походження, виду випромінюваної енергії, співвідношенню спектрів, структурою випромінювання, характером впливу, потужності.

Тема 2. Активні радіоелектронні заводи.

«Jamming» та «Spoofing» як основні заводи для навігації БПЛА. Електромагнітна стійкість.

Тема 3. Стабілітрони.

Принцип роботи, основні характеристики, класифікація конструктивно-технологічні рішення, базові матеріали галузі застосування.

Тема 4. Варістори.

Принцип роботи, основні характеристики, класифікація конструктивно-технологічні рішення, базові матеріали галузі застосування.

Тема 5. Розрядники.

Принцип роботи, основні характеристики, класифікація конструктивно-технологічні рішення, базові матеріали галузі застосування.

Тема 6. Елементи захисту на основі плівок телуриду кадмію.

Принцип роботи, основні характеристики, класифікація конструктивно-технологічні рішення, базові матеріали галузі застосування.

Модуль 2 Функціональні матеріали елементів сонячної енергетики

Тема 7. Вакуумні технології отримання базових шарів сульфїду та телуриду кадмію.

Особливості технологічних режимів термічного вакуумного випаровування, магнетронного розпилення, осадження в замкненому об'ємі, хїмічного транспорту.

Тема 8. Фізико-технологічні основи активаційних обробок базових шарів сульфїду та телуриду кадмію.

Твердотїльна та газофазна «хлоридної» обробка. Особливості фазових перетворень, які протїкають при проведенні «хлоридної» обробки та їх вплив на кристалїчну структуру та фотоелектричні властивості шарів сульфїду та телуриду кадмію. Відпал у фреонї – альтернативний спосїб активаційних обробок плївок сульфїду та телуриду кадмію.

Тема 9. Конструкція тильнобар'єрних та фронтально бар'єрних плївкових ФЕП.

Оптичні та електричні властивості фронтальних електродів. Проблеми створення тильних контактів.

Тема 10. Особливості технології отримання двостороннє чутливих ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію.

Конструктивні рішення двостороннє чутливих ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію. Використання двостороннє чутливих ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію в тандемних приладових структурах.

Тема 11. Гнучкі ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію.

Особливості конструктивно-технологічних рішень базових та сполучених шарів гнучких ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію. Технічні характеристики гнучких ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію. Вплив нанорозмірних нелегованих шарів оксиду цинку та олова на ефективність фотоелектричних процесів в гнучких ФЕП на основі сульфїду та телуриду кадмію.

Тема 12. Вакуумні технології отримання шарів диселенїду міді, індію та галію.

Особливості фізико-технологічних режимів вакуумного випаровування, хімічного осадження, магнетронного розпилення шарів диселенїду міді, індію та галію.

Тема 13. Конструктивно-технологічні рішення ФЕП на основі диселенїду міді, індію та галію.

Особливості фізико-технологічних умов отримання двошарових фронтальних електродів методом високочастотного неактивного магнетронного розпилення.

Тема 14. Фізичні властивості аморфного гідро-генізованого кремнію та сплавів на його основі.

Атомна структура неупорядкованих тетраедричних напівпровідників, Модель енергетичного спектру носіїв заряду. Оптичне поглинання. Фотогенерація і рекомбінація нерівноважних осіїв заряду в аморфних напівпровідниках. Вплив легування на електропровідність аморфного гідрогенезованого кремнію. Метастабільні процеси в плівках гідрогенезованого аморфного кремнію.

Тема 15. Конструктивно-технологічні рішення в ФЕП на основі гідрогенізованого аморфного кремнію та його сплавів.

ФЕП з p-i-n структурою. Каскадні ФЕП на основі α -Si. ФЕП на основі α -Si:H/c-Si.

Тема 16. Базові матеріали для ФЕП які працюють в умовах концентрованого сонячного опромінення. Базові матеріали абсорберів сонячних теплових колекторів.

Теми практичних занять

Тема 1 - Методика мас-спектрометричного дослідження елементного складу плівок сульфїду та телуриду кадмію.

Тема 2 - Визначення варіаційних прошарків твердих розчинів Cd_xTe_{1-x} методом оптичної спектроскопії.

Тема 3 - Дослідження спектральної залежності коефіцієнта квантової ефективності ФЕП на основі телуриду кадмію.

Тема 4 - Методика рентген-дифрактометричного визначення складу базового шару $CuIn_{1-x}Ga_x$.

Тема 5 - Дослідження впливу процесу гідрогенізації на близький порядок в плівках аморфного кремнію електроннографічним методом.

Тема 6 - Визначення ступеню переважної орієнтації та періоду кристалічної ґратки плівок ІТО.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи у навчальній дисципліні не передбачені

Самостійна робота

Самостійна робота студента виконується у вигляді розрахункової роботи (на вибір):

Тема Р1: «Порівняльний розрахунок робочих параметрів пристроїв електронного захисту на основі різних функціональних матеріалів.»

Тема Р2: «Розрахунок оптичних властивостей фотоактивного шару для різних функціональних матеріалів.»

Тема Р3: «Розрахунок лімітних параметрів сонячного фотоелектричного перетворювача для варіації функціональних матеріалів.»

Тема Р4: «Розрахунок робочих параметрів сонячного теплового колектору із варіацією функціональних матеріалів.»

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Находкін М. Г., Сизов Ф. Ф. Елементи функціональної електроніки. - Київ, УкрІНТІ, 2002. - 323 с.
2. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
3. Поп С.С., Шароді І.С. Фізична електроніка.-Львів:Свросвіт, 2001.-250с
4. Sze, S. M., & Ng, K. K. (2006). Physics of Semiconductor Devices. John Wiley & Sons.
5. Streetman, B. G., & Banerjee, S. K. (2000). Solid State Electronic Devices (6th ed.). Prentice Hall.
6. Pierret, R. F. (1996). Semiconductor Device Fundamentals. Addison-Wesley.
7. Kittel, C. (2004). Introduction to Solid State Physics (8th ed.). Wiley.
8. Bhattacharya, P. (2011). Semiconductor Optoelectronic Devices. Prentice Hall.
9. Kasap, S. O. (2010). Principles of Electronic Materials and Devices. McGraw-Hill.
10. Huang, K. (2009). Introduction to Semiconductor Materials and Devices. CRC Press.

Додаткова література:

1. Jasprit Singh. (2009). Semiconductor Devices: Basic Principles. John Wiley & Sons.
2. Bhattacharya, P. (2015). Fundamentals of Semiconductor Devices (2nd ed.). McGraw-Hill.
3. Ben Streetman, S. (2005). Solid State Electronic Devices (5th ed.). Prentice Hall.
4. Bhattacharya, P. (2011). Semiconductor Optoelectronic Devices. Prentice Hall.
5. Kasap, S. O. (2010). Principles of Electronic Materials and Devices. McGraw-Hill.
6. Huang, K. (2009). Introduction to Semiconductor Materials and Devices. CRC Press.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається із наступних обов'язкових частин:

1. Звіти за результатами розрахунків практичних занять 1-4 - 10 балів кожний (40%).
2. Звіти за результатами лабораторних робіт 1-4 - 10 балів кожний (40%).
2. Звіт за результатами індивідуальної РГР - 20 балів (20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

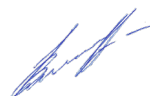
Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження


Силабус погоджено

24.06.2024



Завідувач кафедри
Роман ЗАЙЦЕВ

24.06.2024



Гарант ОП
Роман ЗАЙЦЕВ

