



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Технології тонких плівок

Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

Кафедра

Фізики металів та напівпровідників (165)

Рівень освіти

бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова

Семестр

6

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Рудченко Світлана Олегівна

Svitlana.Rudchenko@khpi.edu.ua

Кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, старший викладач кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХП».

Стаж роботи – 12 років.

Автор 26 наукових праць.

Лектор з дисциплін: «Технології тонких плівок», «Спектральний та оптичний аналіз», «Фізичні основи нанотехнологій», «Електронно-оптичний аналіз».



Копилиць Ігор Анатолійович

Ihor.Kopylets@khpi.edu.ua

Кандидат фізико-математичних наук, старший дослідник, старший викладач кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХП».

Досвід роботи – 35 років.

Автор 40 наукових статей.

Лектор з дисциплін: «Вакуумна техніка та технології», «Технології тонких плівок», «Спектральний та оптичний аналіз», «Фізичні основи електроніки», «Сучасні методи дослідження хімічного складу».

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у бакалаврів уявлень про застосування тонких плівок у різних галузях техніки, фізичні процеси, що протікають у них, сучасні технології їх формування, закономірності взаємозв'язків між їх хімічним складом, кристалічною структурою і фізичними властивостями, а також придбання компетенцій, передбачених освітнім стандартом, та готовності студента до виконання різних видів професійної діяльності.

Мета та цілі дисципліни

Формування фундаментальних знань у галузі фізики тонких плівок, для розробки та створення твердотільних покриттів та приладів різного функціонального призначення. Вивчення фізичних явищ, що відбуваються на різних етапах процесу напилення та зростання плівок, та механізмів зростання тонких плівок. Розгляд сучасних методів осадження та контролю якості плівок, їх можливостей та обмежень. Вивчення взаємозв'язку фізичних властивостей тонких плівок зі структурою та дефектами.

Формат занять

Лекції, практичні заняття. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК09. Здатність працювати автономно.

СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

СК03. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

СК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

Результати навчання

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 годин: лекції – 24 годин, практичні заняття – 12 годин, самостійна робота – 54 годин.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

"Фізика та хімія фазових перетворень", " Фізика конденсованого стану " "Кристалографія", " Дефекти кристалічної будови та теорія міцності "

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На лабораторних заняттях використовуються кафедральні вакуумні установки для термічного вакуумного випаровування та магнетронного розпилення, мікроінтерферометр МІІ-4,

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1 Плівки та покриття

Історія становлення тонкоплівкових технологій. Класифікація плівок та покриттів, та методів їх формування. Відмінні риси тонкоплівкового стану речовини

Тема 2. Матеріали підкладок

Матеріали підкладок, їх переваги та недоліки . Вимоги до підкладок . Підготовка поверхні підкладок

Тема 3. Фізичні методи отримання, засновані на випаровуванні мішені.

Теоретичні аспекти процесу випаровування. Резистивне термічне випаровування. Індукційне випаровування. Електронно-променеве випаровування. Ефузійні комірки. Лазерне випаровування. Розподіл товщини покриття за площею підкладки.

Тема 4. Фізичні методи отримання, засновані на іонному розпиленні мішені.

Іонізація частинок газу та тліючий розряд. Йонне розпилення. Діодні системи йонного розпилення. Тліючий розряд, підтримуваний термоелектронною емісією і магнітним полем. Магнетронні системи йонного розпилення. Високочастотне іонне розпилення. Реактивне іонне розпилення.

Тема 5. Хімічні методи осадження плівок.

Хімічне осадження з парогазової фази. Макродефектність тонких плівок. Комфорність покриття. Атомно-шарове осадження. Плазмохімічне осадження.

Тема 6. Теоретичні аспекти формування плівок на твердій міжфазній поверхні

Роль процесів адсорбції при міжфазних взаємодіях. Фізико-хімічні аспекти процесу зародження нової фази. Теоретичні уявлення про зародження плівок на поверхні.

Тема 7. Процес росту тонких плівок

Стадії формування плівок. Механізми зростання плівок. Пошарове та спіральне зростання плівок. Епітаксія. Механізми епітаксійного зростання тонких плівок

Тема 8. Вимірювання товщини плівок.

Вимірювання товщини плівок. Пристрої контролю зростання плівок.

Тема 9. Властивості плівок та їх вивчення.

Механічні характеристики плівок. Аналіз структури плівок. Електрофізичні властивості плівок провідників. Залежності питомого опору тонких плівок від товщини, Дослідження фотоелектричних властивостей плівок.

Теми практичних занять

Тема 1. Ознайомлення з установками для термічного вакуумного випаровування та магнетронного розпилення для синтезу тонких плівок. Вивчення схем функціонування систем установок.

Тема 2. Вимірювання товщини плівки інтерференційним методом за допомогою мікроінтерферометр МІІ-4..

Тема 3. Визначення типу кристалічної решітки та параметра решітки тонких плівок за знімками мікродифракції.

Тема 4. Залежності питомого опору тонких плівок від товщини. Методика розрахунку довжини вільного пробігу електронів.

Тема 5. Розрахунок фотопровідності тонких плівок за спектрами поглинання..

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Самостійна робота

Реферат на вибрану тему.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1.Калинушкін Є.П., Федоркова Н.М., Синиціна Ю.П. та ін. Тонкоплівкові матеріали та технології їх одержання: Навч. посібник. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2009 – 175с

2. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Технологія одержання і застосування плівкових матеріалів: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2008.- 198 с.

3. Прокопів В. В. Фізика і технологія тонких плівок : навчальний посібник. – Т. 1. – Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2010. – 92 с.

4. Тонкоплівкова електроніка / укл.: М.М. Солован, А.І. Мостовий, Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2021. 128 с.
5. Handbook of Thin-Film Deposition Processes and Techniques. 2nd Ed. / Ed. by Krishna Seshan. - N. Y.: William Andrew Publishing, 2002. - 656 p.
6. Materials Science of Thin Films / 2nd Edition by M. Ohrig.- Academic Press, 2001.- 794 p.

Додаткова література

1. Прокопів В. В. Матеріали електронної техніки: навчальний посібник.- Т. 2.- Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2009.- 288 с.
2. Wasa K. Thin Film Materials Technology: Sputtering of Compound Materials / Ed. by K. Wasa, M. Kitabatake, H. Adachi. - N. Y.: William Andrew, Inc., 2004. - 518 p.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

- Присутність на лекціях – 5 балів.
- Оцінка контрольних робіт – 40 балів.
- Оцінка завдання на самостійну роботу – 15 балів.
- Іспит – 40 балів.

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

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри
Сергій МАЛИХІН

Дата погодження, підпис



Гарант ОП
Сергій КОЗЛОВ