

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	43305
Nom	Materials i dispositius optoelectrònics
Cicle	Màster
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2022 - 2023

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	Facultat de Física	1	Primer quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2	5 - Optoelectrònica	Optativa

Coordinació

Nom	Departament
MARTINEZ PASTOR, JUAN PASCUAL	175 - Física Aplicada i Electromagnetisme
MARTINEZ TOMAS, M DEL CARMEN	175 - Física Aplicada i Electromagnetisme
MUÑOZ SANJOSE, VICENTE	175 - Física Aplicada i Electromagnetisme

RESUM

El contenido de la asignatura tiene que ver con los diferentes aspectos de la tecnología de materiales y dispositivos optoelectrónicos basados en ellos, y se organiza en tres bloques:

PARTE 1: CRECIMIENTO CRISTALINO Y CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL

1. Crecimiento cristalino: nociones básicas, métodos de crecimiento.
2. Deposición de capas delgadas y de nanoestructuras: MOCVD y Espray-Pirolisis.



3. Caracterización estructural

PARTE 2: TECNOLOGÍA MICROELECTRÓNICA E INGENIERÍA DE LA BANDA PROHIBIDA

4. Técnicas de fabricación de dispositivos: litografía, resinas positivas y negativas, ataque húmedo y seco.
5. Ingeniería de la banda prohibida en heteroestructuras semiconductores para dispositivos optoelectrónicos.

PARTE 3: DISPOSITIVOS OPTOTELECTRONICOS

6. Diodos electroluminiscentes (LEDs) en visible y NIR: de la iluminación a la luz cuántica.
7. Tecnología de diodos láser.
8. Tecnología de fotodetectores: fotodiodos (p-i-n, avalancha), CCD y CMOS.

CONEXIMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

Per al seguiment dels continguts del mòdul és convenient disposar de coneixements previs bàsics de Física dels Sòlids (teoria de bandes, vibracions de la xarxa, propietats elèctriques), així com coneixements bàsics, però més específics, de Física dels Semiconductors (estadística de portadors, portadors fora d'equilibri i propietats òptiques) i dispositius electrònics bàsics (díode p-n, per exemple).

COMPETÈNCIES

2150 - M.U. Física Avançada 12-V.2

- Que els estudiants posseïsquen les habilitats d'aprenentatge que els permeten continuar estudiant d'una forma que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.
- Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.
- Ser capaç de gestionar informació de distintes fonts bibliogràfiques especialitzades utilitzant principalment bases de dades i publicacions internacionals en llengua anglesa.



- Posseir la capacitat per al desenvolupament d'una aptitud crítica davant de l'aprenentatge que li porte a plantejar-se nous problemes des de perspectives no convencionals.
- Comprendre d'una forma sistemàtica el camp d'estudi de la Física i el domini de les habilitats i mètodes d'investigació relacionats amb el dit camp.
- Concebre, dissenyar, posar en pràctica i adoptar un procés substancial d'investigació amb serietat acadèmica.
- Realitzar una anàlisi crítica, avaluació i síntesi d'idees noves i complexes en l'àrea de la Física.
- Analitzar una situació complexa extraient quals són les quantitats físiques rellevants i ser capaç de reduir-la a un model parametritzat.
- Avaluar la validesa d'un model o teoria proposat per altres membres de la comunitat científica.
- Saber modelitzar matemàticament els problemes físics senzills nous, connectats amb problemes coneguts. Ser capaç d'expressar en termes matemàtics noves idees.
- Elaborar una memòria clara i concisa dels resultats del seu treball i de les conclusions obtingudes en l'àrea de la Física.
- Exposar i defensar públicament el desenvolupament, resultats i conclusions del seu treball en l'àrea de la Física.
- Comprendre les bases físiques de les propietats dels materials que determinen les seues aplicacions optoelectròniques.
- Comprendre com es modifiquen les propietats optoelectròniques dels materials en mitjans nanoestructurats i la seua influència en dispositius optoelectrònics/fotònics.
- Comprendre les tècniques més habituals de preparació, creixement i caracterització de materials optoelectrònics en monocristal, capa prima o nanoestructura.
- Comprendre el funcionament dels dispositius optoelectrònics a partir de les propietats dels materials i l'estructura del dispositiu, així com conèixer els avanços recents en el camp.
- Ser capaç de seleccionar els materials i dissenyar (aspectes més bàsics) un dispositiu optoelectrònic que permeti abordar una aplicació o problema plantejat.

RESULTATS DE L'APRENTATGE

AL finalitzar el procés d'ensenyament-aprenentatge l'estudiant haurà après:

- 1- Comprendre les bases físiques de les propietats dels materials que determinen les seues aplicacions optoelectròniques.
- 2- Comprendre com es modifiquen les propietats optoelectròniques dels materials en mitjans nanoestructurats.
- 3- Comprendre les tècniques més habituals de preparació i creixement de materials optoelectrònics en monocristal, capa prima o nanoestructura, així com les tècniques de caracterització pertinents per a



aplicacions optoelectronicas i fotonicas.

4- Comprendre el funcionament dels dispositius optoelectronicos d'emissió, modulació i detecció de llum a partir de les propietats bàsiques i l'estructura del dispositiu.

5- Ser capaç de seleccionar o dissenyar dispositius optoelectronicos que permetin abordar una aplicació o problema plantejat, tant en laboratoris d'investigació bàsica, com d'I+D+I en un entorn industrial (sensores i bio-sensores òptics, tècniques de espectroscopia per a anàlisi física-químics, control de processos, comunicacions òptiques, ...).

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Crecimiento cristalino: nociones básicas, métodos de crecimiento.

En este tema se proporcionan las bases generales del crecimiento de cristales y su caracterización estructural, con especial énfasis en materiales semiconductores. En una primera parte se empieza con unas nociones básicas sobre el crecimiento cristalino, como son los diagramas de fase, dinámica de fluidos, los elementos básicos de un laboratorio de crecimiento... Seguidamente se aborda el crecimiento de cristales en volumen, tanto desde el fundido, como en disolución y en fase gaseosa. Se analizan los procesos básicos que dan lugar al crecimiento y las características de cada uno de los métodos descritos. También se aborda el proceso de recristalización.

2. Deposición de capas delgadas y de nanoestructuras: MOCVD y Espray-Pirólisis

En este tema se describen los principales métodos para el crecimiento de materiales cristalinos de capas homo y heteroepitaxiales. Se abordan de forma genérica diferentes métodos para elaborar capas, como son la evaporación en vacío, la pulverización catódica, el uso de diferentes tipos de haces y la ablación láser. Seguidamente se describen métodos específicos para obtener capas epitaxiales como la epitaxia en fase líquida (LPE), la epitaxia en fase vapor (CVD y MOCVD) y el método de espray pirólisis. En todos los casos se analizan las características del método y las variables que permiten el control de las propiedades del material crecido.

3. Caracterización estructural

En la tercera parte del BLOQUE 1 se aborda la caracterización de las propiedades estructurales de materiales cristalinos. Se empieza por describir cómo es la interacción de la radiación con la materia. Seguidamente, se analizan de forma general diferentes técnicas de caracterización en función del tipo de haz, tanto para rayos X (XRD, FRX) como electrones (SEM, TEM). Seguidamente, se amplía la parte referida a difracción de rayos X, describiendo con más detalle los difractómetros convencionales de polvo y los de alta resolución. Se describe la información estructural que se puede obtener con ellos y cómo se aplican las diferentes técnicas de medida según el material sea policristalino, en volumen, en forma de capa o nanoestructuras.



4. Tecnología Microelectrónica

En este tema explicamos diferentes procesos realizados sobre obleas semiconductoras: deposición de capas, oxidación de silicio, difusión de impurezas, definición de aperturas por técnicas de litografía (óptica, haz de electrones), y eliminación de material (ataque químico y por plasma).

5. Ingeniería de la banda prohibida

La mayoría de dispositivos optoelectrónicos emisores actuales se basan en heteroestructuras y nanoestructuras semiconductores. Estas quedan definidas por la diferencia entre los parámetros de red y las bandas prohibidas de los materiales involucrados (semiconductores III-V y sus aleaciones, por ejemplo), así como el alineamiento relativo de sus bandas de valencia. Estos aspectos determinarán una heteroestructura con un perfil de potencial que, eventualmente, se puede aprovechar para confinar los portadores y determinar su función de ondas y transiciones ópticas intersubbanda e interbanda. Hetero-unión semiconductora, unión metal-semiconductor y unión metal-óxido-semiconductor.

6. Diodos electroluminiscentes (LEDs) en visible y NIR.

En este tema se parte del concepto básico de un diodo electroluminiscente (asignatura de Fundamentos de Optoelectrónica) para revisar su evolución histórica, destacando los materiales y las estructuras usadas. Por su importancia, se discutirán los casos del LED de GaN, por su repercusión en iluminación, y de nuevos conceptos.

7. Tecnología de diodos láser

Se define el concepto básico de un diodo láser de emisión lateral (resonador Fabry-Pérot), así como las magnitudes que definen su funcionamiento: confinamiento óptico, ganancia, corriente umbral, parámetro de temperatura, ..., así como las ecuaciones de balance que permiten determinar la potencia óptica de emisión láser. Se discutirán diferentes tipos de láseres de emisión lateral así como el diodo VCSEL.

8. Tecnología de fotodetectores y dispositivos fotovoltaicos.

Se examinarán los casos más básicos de dispositivos fotodetectores, como el caso de fotoconductores y fotodiodos p-n y p-i-n, para revisar otras arquitecturas más complejas, como el caso de dispositivos CCD y CMOS.

**VOLUM DE TREBALL**

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	36,00	100
Pràctiques en laboratori	4,00	100
Seminaris	3,00	100
Elaboració de treballs en grup	8,00	0
Elaboració de treballs individuals	8,00	0
Preparació de classes de teoria	45,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	46,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT

MD1 - Classes teòriques lliçó magistral participativa.

MD3 – Resolució de problemes.

MD4 – Problemes

MD5 – Seminaris.

MD6 – Visita a instal·lacions científiques externes i empreses.

MD7 – Debat o discussió dirigida.

AVALUACIÓ

SE1 – Exàmens escrits sobre les classes de teoria i pràctiques: basats en els resultats de l'aprenentatge i en els objectius específics de cada assignatura.

SE3 – Avaluació contínua de l'estudiant en les classes de teoria i pràctiques: assistència participativa i realització d'exercicis en l'aula.

SE5 – Avaluació de les activitats no presencials relacionades amb les classes de teoria i pràctiques: memòries i/o informes de les pràctiques lliurats.



REFERÈNCIES

Bàsiques

- Quantum Wells, Wires and Dots, Paul Harrison, Ed. Wiley, 2007.
- Crystal Growth Processes, J.C. Brice, Ed. Wiley, 1986.
- Physics of Optoelectronic Devices, S. L. Chuang, Ed. Wiley, 1995.
- Fundamentals of Semiconductor Fabrication, G.S. May & S.M. Sze, Ed. Wiley (2003).
- Physics of semiconductor devices, S.N. Sze, Ed. John Wiley (1981 y ediciones posteriores).
- Fundamentos de electrónica física y microelectrónica", J.M. Albella, J.M. Martínez-Duart, Ed. Addison-Wesley/U.A. Madrid (1996).
- Semiconductor laser physics, W.W. Chow, S.W. Koch, M. Sargent, Ed. Springer-Verlag (1994).
- Richard S. Quimby, Photonics and lasers: an introduction