



Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA ELECTRICA

MATERIA: **LABORATORIO DE MATERIALES Y DISPOSITIVOS I**

CLAVE: NUM. DE CREDITOS **10**

TIPO DE MATERIA:

PROPEDEÚTICA ()

TRONCO COMUN ()

ESPECIALIDAD (MDO)

DURACIÓN DEL CURSO: 80 Hrs/Semestre

HRS. SEMANA DE TEORIA: 0

HORAS A LA SEMANA DE LABORATORIO O TALLER: 5

MATERIAS ANTECEDENTES:

CONTENIDO:

Física de semiconductores. Estudio de las propiedades de GaAs y InP

1. Estudio de la fotoluminiscencia de películas epitaxiales de GaAs y de InP. (20 hrs.)
2. Determinación de la movilidad, densidad y tipo de portadores en capas epitaxiales de GaAs tipo n y p, mediante mediciones de efecto Hall. (20 hrs.)
3. Estudio de difracción en capas epitaxiales de GaAs y de InP. (20 hrs.)
4. Mediciones C-V de estructuras diodos basadas en p-GaAs/n-GaAs y de p-InP/n-InP. (20 hrs.)

DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS:

1. Estudio de la fotoluminiscencia de películas epitaxiales de GaAs y de InP

Objetivos.

a) Estudiar las bases físicas de los procesos de recombinación radiactiva en semiconductores.

b) Adquirir experiencia con una de las técnicas de caracterización más utilizadas para estudiar semiconductores el cual utiliza métodos de excitación óptica mediante luz láser y relacionar la radiación emitida con las características de la estructura de bandas del material.

Metodología.

- 1) Estudiar la estructura de bandas de los semiconductores GaAs y InP.
- 2) El estudiante estudiará los tipos de recombinación de portadores de carga en materiales semiconductores, así como los espectros de absorción y radiación de Ge, Si y GaAs.
- 3). Estudiar los métodos de excitación de portadores de carga en semiconductores y los métodos de detección de radiación.
- 4) Adquirir experiencia con el monocromador que permite medir espectros de fotoluminiscencia en el rango de 400 a 1600 nm.
- 5) Medir espectros de luminiscencia de películas epitaxiales a temperatura ambiente de InP y GaAs, usando radiación láser de longitud de onda de 517 nm.
- 6) Redactar el reporte correspondiente, con los temas descritos en la metodología de trabajo para los estudiantes.

Bibliografía.

- 1.- Jacques L. Pankove "Optical Process in Semiconductores". Dover Publications, Inc., New York, 1975.
- 2.- S.M. Sze "Physics of Semiconductor Devices", John Wiley & Sons, Inc., New York. 1981.
- 3.- H.C. Casey, Jr., M.B. Panish "Heterostructure Lasers" Academic Press, New York, 1978.
- 4.- "Physics of III-V Compounds" by Prof. Dr. O. Madelung, John Wiley & Sons, Inc., New-York. 1964.
- 5.- K. Seeger, "Semiconductor Physics, An Introduction", Springer Series in Solid-State Sciences Vol.40., Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- 6.- J.Wilson, J.F.B. Hawkes "Optoelectronics. An Introduction" Prentice Hall Int. Ltd., Cambridge, 1989.
- 7.- "Semiconductor and Semimetals" Vol. 12, Infrared Detectors, Academic Press, Inc., New York, 1977.

Equipo necesario para el desarrollo de la práctica.

- 1) Monocromador.
- 2) Amplificador Lock-In.
- 3) Recortador de haces ópticos (chopper).
- 4) Microcomputadora 386.
- 5) Fotodetectores Ge y Si.
- 6) Láser Argón.
- 7) Computador.

2. Determinación de la movilidad, densidad y tipo de portadores en capas epitaxiales de GaAs tipo n y p, mediante mediciones de efecto Hall.

Objetivos.

- a) Que el alumno estudie e identifique de manera experimental los diferentes mecanismos de conducción eléctrica que se presentan en los semiconductores.
- b) Encuentre los regímenes de temperatura en que aparecen los diferentes mecanismos de conducción e interprete el origen de estos de acuerdo a las energías de activación obtenidas.

Metodología.

a) El estudiante tendrá que medir, como primer punto, la resistividad de diferentes tipos de semiconductores, para lo cual tendrá que conocer y aplicar las diferentes técnicas existentes para este fin.

b) Se determina, posteriormente diferentes parámetros de conducción, tales como, densidad de portadores mayoritarios, movilidad de los portadores, para los diferentes semiconductores a temperatura ambiente. Lo anterior se logra aplicando la técnica de Hall.

c) Mediante un sistema de circuito cerrado de Helio, se hace un montaje experimental, con el fin de determinar los parámetros medidos en el inciso 2, pero en un rango de temperaturas de 10 a 300 K. Se identifican en la curva de resistividad vs temperatura los diferentes regímenes de conducción que se manifiestan como cambios de pendientes y de dependencia con el inverso de la temperatura.

d) Redactar el reporte correspondiente, con los temas descritos en la metodología de trabajo para los estudiantes.

Bibliografía

- 1.- K. Seeger, "Semiconductor Physics, An Introduction", Springer Series in Solid-State Sciences Vol.40., Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- 2.- L.J. van de Pauw, " A method of measuring specific resistivity and Hall effect of disc of arbitrary shape", Philips Research Reports, Vol. 13, (1958).
- 3.- S. Amer, " van der Pauw's Method of measuring resistivities on Lamellae of nonuniform resistivity", Solid State Electron., 6, 141 (1963).
- 4.- W.R.Runyan "Semiconductor Measurements and Instrumental", Texas Instrumental Inc., (1972).
- 5.- B.R. Nag, "Electron Transport in Compound Semiconductors", Springer Series in Solid-State sciences, Vol.11.
- 6.- R.S.Popovic "Hall effect Devices" IOP Publishing, Ltd., 1991.

Equipo necesario para el desarrollo de la práctica.

- 1) Fuente de corriente.
- 2) Multímetro digital.
- 3) Scanner
- 4) Electrómetro.
- 5) Sistema de circuito cerrado de Helio.
- 6) Electroimán.

3 Estudio de Difracción en capas epitaxiales de GaAs y de InP.

Objetivos.

a) Se estudiará algunos de las más importantes redes de Bravais de los semiconductores III-V.

b) Se estudiará los métodos de medición de difracción de rayos x en la determinación de las constantes de red de los semiconductores.

Metodología.

a) Estudiar teóricamente las principales características de las redes de Bravais de los semiconductores, tales como zincblenda y diamante.

b) Adquirir los conocimientos necesarios para comprender el funcionamiento de un difractor de rayos x.

c) Medir los difractogramas de rayos x de GaAs y InP.

d) Redactar el reporte correspondiente, con los temas descritos en la metodología de trabajo para los estudiantes.

Bibliografía.

- 1.- P.E.J. Flewtt and R.K. Wild "Physical Methods for Materials Characterization" IOP Publishing, London, 1994.
- 2.- "X-Ray Science and Technology" Edited by C.J. Buckley, IOP Publishing. Ltd., Bristol, 1993.
3. B.K. Agarwal "X-Ray Spectroscopy" Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- 4.- "Physics of III-V Compounds" by Prof. Dr. O. Madelung, John Wiley & Sons, Inc., New-York. 1964.
5. B. K. Vainstein "Fundamentals of Crystals" Springer-Verlag, Berlin, 1994.
6. B.K. Vainstein, V.M. Fridkin, V.L. Indendom "Structure of Crystals" Springer-Verlag, Berlin, 1995.

Equipo necesario para el desarrollo de la práctica.

- 1) Un difractor de rayos x.

4. Mediciones C-V de estructuras diodos basadas en p-GaAs/n-GaAs y de p-InP/n-InP.

Objetivos.

- a) Estudiar teóricamente y prácticamente una de las áreas más importantes de la física y de la tecnología de dispositivos, que son las uniones p-n.
- b) Adquirir experiencia en la investigación de uniones p-n.

Metodología.

- a) Estudiar los diagramas de potencia de contactos entre dos semiconductores.
- b) Estudiar el comportamiento del tamaño de la zona espacial de carga de una unión p-n en función del voltaje aplicado, para diferentes grados de impurificación de las zonas p y n.
- c) Estudiar aspectos teóricos de los métodos de medición de la capacitancia de uniones p-n.
- d) Estudiar el arreglo experimental y características principales de medición de C-V.
- e) Medir C-V para diodos p-GaAs/n-GaAs y p-InP/n-InP con varios niveles de impurificación.
- f) Redactar el reporte correspondiente, con los temas descritos en la metodología de trabajo para los estudiantes.

Bibliografía.

- 1.- S.M. Sze "Physics of Semiconductor Devices" John Wiley & Sons, Inc., New York. 1981.
- 2.- "Physics of III-V Compounds" by Prof. Dr. O. Madelung, John Wiley & Sons, Inc., New-York. 1964.
- 3.- S. M. Sze "Semiconductor Devices. Physics and Technology" John Wiley & Sons, New York, 1985.

Equipo necesario para el desarrollo de la práctica.

- 1) Medidor capacitancia voltaje (C-V).