

# Caracterización Óptica de Materiales Semiconductores Cuaternarios III-V y de Baja Dimensionalidad

Nombre del estudiante: Diego Germán Espinosa Arbeláez

## RESUMEN

El estudio desarrollado en este trabajo de grado se centra en las propiedades ópticas, utilizando la técnica de Fotorreflectancia, de nuevos materiales semiconductores, que surgen bien sea porque se forman heteroestructuras con características novedosas, como los pozos cuánticos ultradelgados, o bien, de nuevas estequiometrías propuestas como los materiales cuaternarios.

Se caracterizaron ópticamente por medio de la técnica de Fotorreflectancia (FR) en el infrarrojo y en el visible, dos grupos de muestras. El primer grupo, está constituido por nueve muestras de pozos cuánticos ultradelgados de  $CdSe/ZnSe$ , crecidos por epitaxia de haces moleculares sobre  $GaAs$ , con espesores de confinamiento que varían entre  $1/2$  y 4 monocapas atómicas. El segundo grupo, está conformado por cuatro muestras cuaternarias de  $Ga_{1-n}AsSb/GaSb$  crecidas por epitaxia en fase líquida.

Los datos experimentales obtenidos para diferentes temperaturas, se ajustaron empleando dos formas de línea que se relacionan con la primera y tercera derivada de la función dieléctrica. Estos ajustes arrojaron información física relacionada con las transiciones electrónicas ( $E_1$ ,  $E_2$ , y  $E_3$ ) y el parámetro fenomenológico de ensanchamiento  $F$ , además de su comportamiento con la temperatura.

Se encontraron las transiciones permitidas de energía y las energías de ligadura de los excitones en los pozos ultradelgados, mostrando una dependencia con la temperatura del sustrato ( $GaAs$ ) durante el proceso de crecimiento, con el espesor de la capa crecida y con el espesor crítico. Se observaron cambios en la forma de línea de los espectros para el mismo ancho de pozo, demostrando que existen fenómenos de interfaz que son especialmente relevantes en este tipo de heteroestructuras. Se discute sobre el fuerte decremento de la señal de Fotorreflectancia a medida que baja la temperatura, imposibilitando la obtención de espectros experimentales a temperaturas por debajo de 230K.

Así mismo, se estudió un conjunto de muestras cuaternarias crecidas en el Instituto Interdisciplinario de las Ciencias empleando esta misma técnica de caracterización. Del ajuste de los espectros experimentales se obtuvieron las energías de las transiciones electrónicas, y a partir de estos valores de energía se calculó la estequiometría. Se determinó el comportamiento con la temperatura de la transición fundamental empleando las expresiones de Varshni y del tipo Bose-Einstein. El uso de esta última expresión permitió extrapolar los valores de  $E_0(0)$ , la intensidad de la interacción electrón-fanón  $\sim B$ , la temperatura del fanón promedio  $n_R$  y la dependencia con la temperatura del parámetro de ensanchamiento\*  $F$ .

En este mismo material cuaternario se estudiaron muestras antes y después de ser tratada químicamente, encontrándose que los parámetros  $E_0(T)$  y  $F(T)$  se ven fuertemente influenciados por este tratamiento. Igualmente, este procedimiento resaltó la contribución excitónica en los espectros de Fotorreflectancia después del ataque químico, indicando un mejoramiento de la superficie de la película. Posteriormente, se estudiaron estas muestras por regiones; de donde se identificaron cualitativamente las regiones de las muestras que presentan una alta densidad de defectos; resultando que una muestra con una solución líquida rica en  $As$  presenta una mayor densidad de defectos. Sin embargo, la presencia de excitones en los espectros indica una alta calidad cristalina.