



## Caracterización Óptica y Estructural de Películas Semicondutoras de InAsSb para Aplicación en el Infrarrojo

Y. E. Bravo-García<sup>1</sup>, J. Mendoza-Álvarez<sup>2</sup> y M. Zapata-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

<sup>2</sup>Departamento de Física, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508 San Pedro Zacatenco, 07360 México D. F.

### Resumen

Las aleaciones semiconductoras que tienen como sustrato el GaSb tienen una energía de gap que puede ser obtenida entre 1.58 eV (0.8  $\mu\text{m}$ ) hasta 0.03 eV (4.3  $\mu\text{m}$ ). En este periodo nos ocupamos en crecer películas epitaxiales basadas en aleaciones de  $\text{InAs}_{0.91}\text{Sb}_{0.09}$  con longitud de onda alrededor de 3  $\mu\text{m}$ . Usamos también las técnicas de espectroscopia raman, microscopia electrónica de barrido (SEM) y de fuerza atómica (AFM) así como de fotoacústica (PA); para caracterizar sus propiedades ópticas, estructurales y la calidad de la interface entre la película y el sustrato bajo diversas condiciones de crecimiento.

### Introducción

Los semiconductores ternarios de  $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$  tienen energías banda prohibida que se puede variar entre 0.8 a 4.3  $\mu\text{m}$ . En este trabajo, estamos interesados en el desarrollo de dispositivos basados en las aleaciones de  $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$  con longitud de onda alrededor de 3  $\mu\text{m}$ , que corresponde a la estequiometría de compuestos ternarios con una concentración de alrededor del 90% de arsénico; los cuales son usados para la detección hidrocarburos aromáticos poli cíclicos (PAHs) ya que tienen bandas de absorción infrarroja en el rango de 3.0-3.3  $\mu\text{m}$ . Estas películas de InAsSb serán la base para fabricar fotodetectores IR.

Desarrollamos los protocolos para el crecimiento de películas epitaxiales de InAsSb de alta calidad sobre sustratos de GaSb usando la técnica de epitaxia en fase líquida (LPE). Para alcanzar crecimientos libres de fundente, con superficies e interfaces lisas y con buena calidad cristalina experimentamos diversos valores para la temperatura de supersaturación. Para optimizar las condiciones acoplamiento de red entre el sustrato y la película crecimos una serie de películas de  $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$  con variaciones muy pequeñas en la temperatura del crecimiento.

Para caracterizar la calidad de la interfaz en la heteroestructura GaSb/InAsSb medimos la dependencia de la señal (PA) en función de la frecuencia en un rango hasta de 1100 hz para cada una de las series de muestras con diversas temperaturas de crecimiento. Usamos un modelo teórico de dos capas, considerando todas las posibles fuentes de calor. De

los resultados experimentales para la dependencia de la fase de la señal PA en función de la frecuencia, es posible obtener el tiempo de recombinación no-radiativo,  $\tau_{nr}$  y el tiempo de recombinación no-radiativo de la interfaz,  $\tau_{inter}$ , para todas las películas.

### Resultados y Análisis

En la figura 1 se muestra los espectros de PA para las muestras CE188, CE194, CE196 y a la izquierda se muestran los espectrogramas de las mismas obtenidos con AFM.

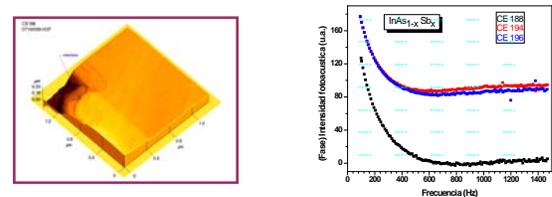


Fig.1. Fotografía de la interface de la muestra CE188 obtenida mediante AFM y espectros de PA.

Anteriormente se ha demostrado [1], que en una grafica de PA vs frecuencia el valor de la frecuencia  $\nu_{min}$  para donde ocurre el mínimo, se relaciona con el valor del  $\tau_{nr}$  de manera tal que valores más altos del  $\nu_{min}$  corresponden a valores más altos para  $\tau_{nr}$ . De la figura 1 vemos que el mayor valor para  $\nu_{min}$  es para la muestra 188. Esto implica que tiene la menor probabilidad de recombinación no-radiativa, es decir tiene la mejor calidad de la interfase.

### Conclusiones

Crecimos películas semiconductoras epitaxiales de InAsSb a diferentes temperaturas, grados de supersaturación. optimizamos los parámetros de crecimiento y con la señal de fotoacústica podemos determinar cuales son las condiciones para tener la mejor interfase

### Referencias

- [1] I. Riech y otros, J. Appl. Phys. 86, 6222 (1999)