

3.5.- DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

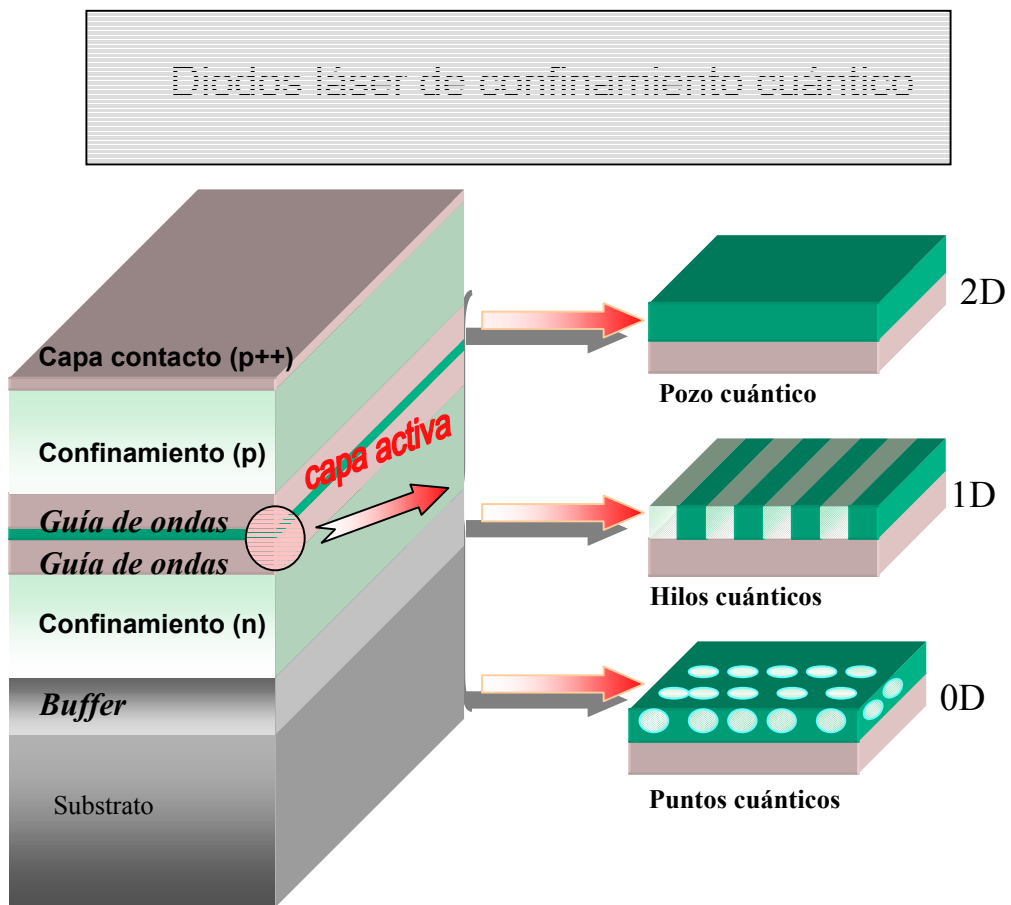
D. Golmayo

- . Fabricación de láseres
- . Fabricación de nanocavidades para láseres de emisión monomodal mediante litografía de haz de electrones
- . Estudio mediante radiación sincrotrón de láseres tensionados

DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

D. Golmayo

Las actividades de esta línea incluyen el crecimiento, procesado y caracterización de diodos láser de semiconductor, tipo Fabry-Perot, con emisión en diferentes longitudes de onda, como 850nm, 980nm, 1300nm y 1550nm, de acuerdo con diferentes proyectos del IMM. En el último año, se han aplicado los láseres en 850nm a oximetría de pulsos; se ha estudiado la evolución de las dislocaciones durante el funcionamiento de láseres con tensiones; se ha iniciado el desarrollo de procesos tecnológicos relativamente sencillos que permitan perturbar los modos de emisión de la cavidad del láser.



FABRICACION DE LÁSERES

D. Golmayo, M.L. Dotor, P.A. Postigo, J.D. Gómez, A. Calle

1. Optimización de los materiales que forman las distintas capas que forman el dispositivo, como son las capas confinadoras, las guías de luz y zonas activas, así como el crecimiento de la heteroestructura completa de un diodo láser.

Capas confinadoras: crecimiento por MBE de capas dopadas tipo *n* y *p*, caracterización estructural, eléctrica y óptica. Materiales típicos: GaInP sobre GaAs (980nm), InP y AlInAs sobre InP (1300 y 1550nm). Se ha estudiado el dopaje tipo n de las capas de InP utilizando SnTe.

Guías de luz y pozos cuánticos: crecimiento por MBE de estructuras de guía con pozos cuánticos múltiples con la longitud de emisión deseada, caracterización estructural, mediante RX y TEM, y óptica, mediante fotoluminiscencia (PL).

Se ha estudiado la aplicación de superredes (SR) de período corto, tipo $(\text{InP})_m(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As})_n$ o $(\text{Ga}_{0.22}\text{In}_{0.78}\text{As})_m(\text{Ga}_{0.22}\text{In}_{0.78}\text{P})_m$ para sustituir los diferentes materiales cuaternarios $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$ que se usan en las guías de estructuras tipo SCH o GRIN-SCH con emisión en 1300nm y 1550nm. Los subíndices *m* y *n* indican el número de monocapas de cada constituyente de la superred.

Dentro de esta aplicación se ha estudiado la modulación lateral de composición debido al uso de SR de período corto (ver Línea de Análisis de Microscopía Electrónica).

Se han estudiado distintos tipos de pozos cuánticos con emisión en 1300nm y 1550nm, utilizando distintos materiales, como cuaternarios $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}_y\text{P}_{1-y}$, ternarios $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{As}$ o SR de período corto de tensiones compensadas $(\text{GaAs})_2(\text{InAs})_2$. La Figura 1 muestra una micrografía de alta resolución de un pozo de SR de $(\text{GaAs})_2(\text{InAs})_2$ y una barrera de SR $(\text{InP})_5(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As})_4$ y la fotoluminiscencia de la estructura, que tiene en total siete pozos, a 300K.

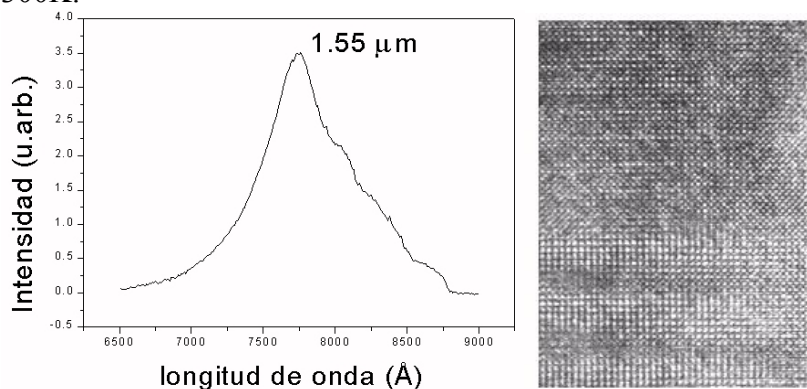


Fig. 1 Micrografía de alta resolución (C. Quintanay M. Lancin) de un pozo de SR de $(\text{GaAs})_2(\text{InAs})_2$ y una barrera de SR $(\text{InP})_5(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As})_4$ y la fotoluminiscencia de la estructura, que contiene en total siete pozos, a 300K.

2. Procesado de láseres de área ancha, usando técnicas de litografía óptica ultravioleta, metalización de contactos, ataques húmedos y secos mediante RIBE, adelgazamiento de

oleas y formación de espejos por exfoliación. Montaje en disipadores de cobre y soldadura de contactos exteriores.

3. Caracterización de los láseres en régimen pulsado: densidad de corriente umbral, temperatura característica T_0 , espectro de emisión.

La Figura 2 muestra los valores de densidad de corriente umbral, temperatura característica T_0 y espectro de emisión de láseres en 1300nm con guía de onda de SR de período corto de $(\text{InP})_5(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}_{0.82}\text{P}_{0.18})_4$ y siete pozos de $\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}_{0.82}\text{P}_{0.18}$.

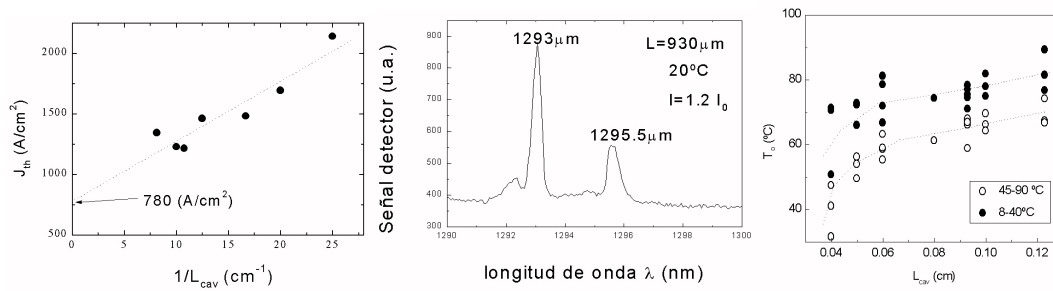


Fig.2. densidad de corriente umbral, temperatura característica T_0 y espectro de emisión de láseres en 1300nm con guía de onda de SR de período corto de $(\text{InP})_5(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}_{0.82}\text{P}_{0.18})_4$ y siete pozos de $\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As}_{0.82}\text{P}_{0.18}$.

ESTUDIO MEDIANTE RADIACIÓN SINCROTRÓN DE LÁSERES TENSIONADOS

A. Mazuelas,* M. L. Dotor, D. Golmayo (* ESRF, Grenoble, Francia)

Mediante topografía de rayos-x, usando radiación sincrotrón, se ha estudiado en láseres tensionados, y en tiempo real, la generación de dislocaciones y el aumento de temperatura durante la operación del dispositivo. El láser contiene un único pozo cuántico de superredes $(\text{InAs})_3(\text{GaAs})_2$ y la guía de onda está crecida con superredes $(\text{Ga}_{0.47}\text{In}_{0.53}\text{As})_5(\text{InP})_5$. El estudio requiere la realización de barridos theta-2theta con analizador, medidas con alta resolución espacial dentro de la tira de contacto metálica del diodo y la toma de topografías de rayos-x a través de este contacto metálico, antes y durante la operación del láser. Los barridos tomados en una posición dada de la tira, respecto al espejo frontal, muestran un cambio de posición del pico de la epitaxia respecto al del sustrato con la corriente de inyección, indicando un aumento de la constante de red. La figura 3 muestra el aumento de temperatura a lo largo de la tira de un láser, a partir de un espejo, durante su funcionamiento a varias corrientes de inyección. El aumento de temperatura se obtiene a partir del cambio en la constante de red y del coeficiente de expansión térmica del sustrato. Para una corriente de 600mA, se observa el fallo del diodo.

De las topografías, no mostradas, se ha obtenido por primera vez en tiempo real, la demostración de la multiplicación de dislocaciones tipo “misfit” durante la operación del diodo láser.

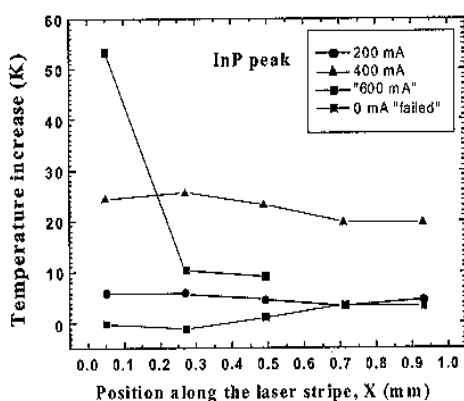


Fig. 3 Incremento de temperatura a lo largo de la tira de un láser, a partir de un espejo, durante su funcionamiento a varias corrientes de inyección.

FABRICACIÓN DE NANOCAVIDADES PARA LÁSERES DE EMISIÓN MONOMODAL MEDIANTE LITOGRAFÍA DE HAZ DE ELECTRONES.

M. L. Dotor, D. Golmayo, P. A. Postigo, J. Anguita

Uno de nuestros proyectos tiene como objetivo desarrollar técnicas de perturbación modal en diodos láser para mejorar sus prestaciones mediante procesos relativamente sencillos que resulten competitivos.

Con el objeto de eliminar los modos longitudinales de láseres de semiconductor basados en InP/InGaAsP/InGaAs (emisión en 1.3 y 1.5 μm) se han fabricado incisiones o hendiduras de tamaño submicrónico mediante litografía de haz de electrones. La resolución experimental del sistema puede llegar a los pocos nanómetros.

La zona de guía-contacto del dispositivo láser (una banda de 3 μm de ancho por unas 250 μm de longitud) se cubre con una capa de resina sensible y se expone en el SEM bajo dosis de electrones (intensidad \times tiempo/área) controladas. A continuación se depositan 100nm de Cr que actúa como máscara durante el ataque seco. La estructura mesa se obtiene atacando el InP por RIBE con $\text{CH}_4/\text{H}_2/\text{N}_2$. Los resultados de los ataques se muestran en la Figura 4. La rugosidad en el sentido perpendicular a la guía-contacto es del orden de algunos nanómetros.

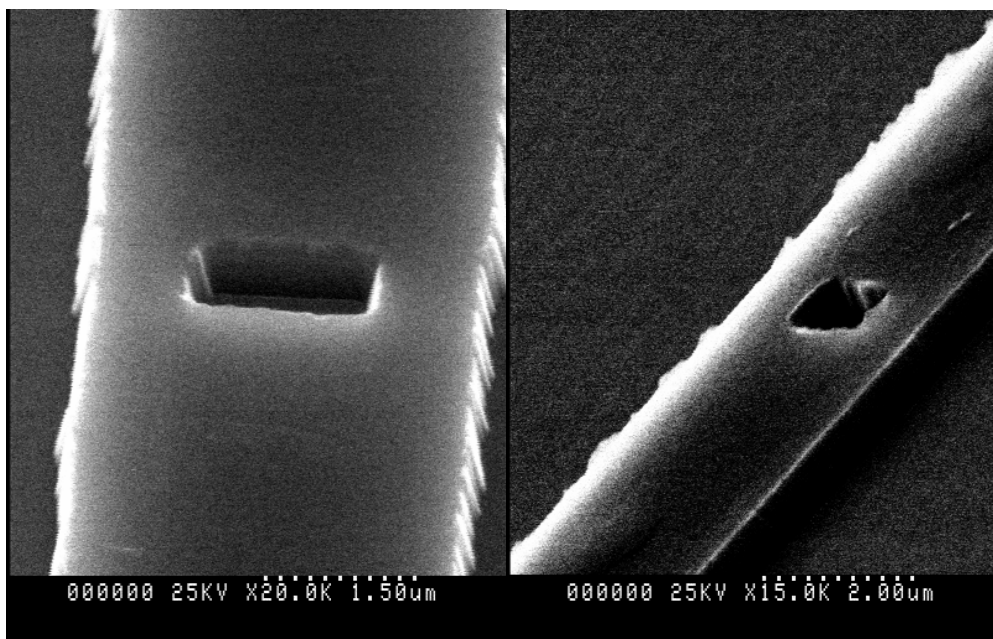


Figura 4. Imágenes SEM de las nanocavidades realizadas mediante litografía de electrones y posterior ataque por RIBE