

LASER CON GEOMETRIA DE FILAMENTO (STRIPE) EN ESTRUCTURAS OBTENIDAS POR EPITAXIA LIQUIDA EN REGIMEN DE BAJA TEMPERATURA CON ESPESOR DE CAPA ACTIVA SUBMICRONICA

Esperanza Purón Sopena, IMRE, Universidad de La Habana.

RESUMEN

En el trabajo se presenta la obtención de un laser semiconductor con confinamiento separado utilizando la técnica de epitaxia desde fase líquida, lográndose en el mismo un espesor de capa activa entre 100 y 200 Å, con corriente de umbral de 300 A/cm². A esta estructura se le hizo contacto en geometría stripe y trabajó con densidad de corriente umbral de 600 A/cm².

ABSTRACT

The growth and characterization of AlGaAs/GaAs SCH-Laser (separate-confinement heterostructure Laser) is described. The laser structure was grown by liquid phase epitaxy (L.P.E.) with active layer thickness 10 - 20 nm and 300 A/cm² of threshold. With this stripe geometry a $J = 600$ A/cm² have been obtained.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más difíciles de resolver en los laser de inyección es la tendencia a trabajar en filamentos. El filamento es una región muy fina de un laser que trabaja como tal, pero en su zona vecina por pequeñas inhomogeneidades en la estructura (que pueden ser debidas al modo de obtención) comienza a trabajar a corrientes mayores que la umbral. Estos

filamentos tienden a hacer la estructura inestable, además introducen ruido y cuando se incrementa la corriente por encima de la umbral (I_{th}), entonces sucede que la estructura funciona como multifilamentos.

Este problema se alivia pasando la corriente por estrechos filamentos (stripes) en vez de por toda el área y así la radiación de estos laser es el resultado de la acción de algunos filamentos. La geometría de contacto stripe disminuye la corriente umbral, asegura mejor control de la propagación del modo transversal y mejora la unión con la fibra óptica.

Los laser con stripe sin confinamiento óptico y eléctrico en la región de generación permiten disminuir la I_{th} desde 75 hasta 100 mA en la región del stripe y trabajar en régimen continuo de operación [1-4] pero el intervalo en que se logra un solo modo y una sola frecuencia en el régimen de generación es pequeño. Una disminución posterior del ancho del contacto stripe S (que es de 10-15 μm) conlleva a un aumento de la densidad de corriente umbral, esto se debe a que se hacen importantes los mecanismos de corriente laminar y la salida de los portadores por difusión de costado.

En los laser con confinamiento separado (LCS) el crecimiento de I_{th} no ocurre hasta $S = 1-2 \mu\text{m}$, y esto permite disminuir el ancho del contacto S , lo que es favorable, ya que permite disminuir I_{th} entre 9 y 15 mA, aumentar el intervalo de existencia de un modo y una frecuencia de generación hasta $I = (1.5 - 3) I_{th}$ y se eliminan los saltos en la característica $I - V$ [5-8].

De acuerdo con lo reportado en [9] en laser enterrados (buried) con confinamiento separado, se logró régimen continuo con $I_{th} = 13 \text{ mA}$ y $S = 1.5 \mu\text{m}$ en la longitud de onda $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$

En el presente trabajo se obtienen laser con geometría de contacto de filamento y laser enterrados sobre la base de AlGaAs/GaAs con confinamiento separado y con espesor de capa activa entre 0.01 - 0.02 μm .

OBTENCION DE LA ESTRUCTURA

Se ha reportado la obtención de laser con espesor de capa activa submicrónica por MBE [10] y MOCVD [11]. Por LPE han sido obtenidos en el sistema InGaAsP por [12].

El perfil de las estructuras investigadas con confinamiento separado se muestra en la Figura 1.

El problema de crecer estructuras basadas en el sistema AlGaAs con espesores de capa activa submicrónica se resolvió disminuyendo el espesor de la capa de transición, cristalizando el fundido isotérmico el cual se cambia por otros en un bote de tipo pistón [13].

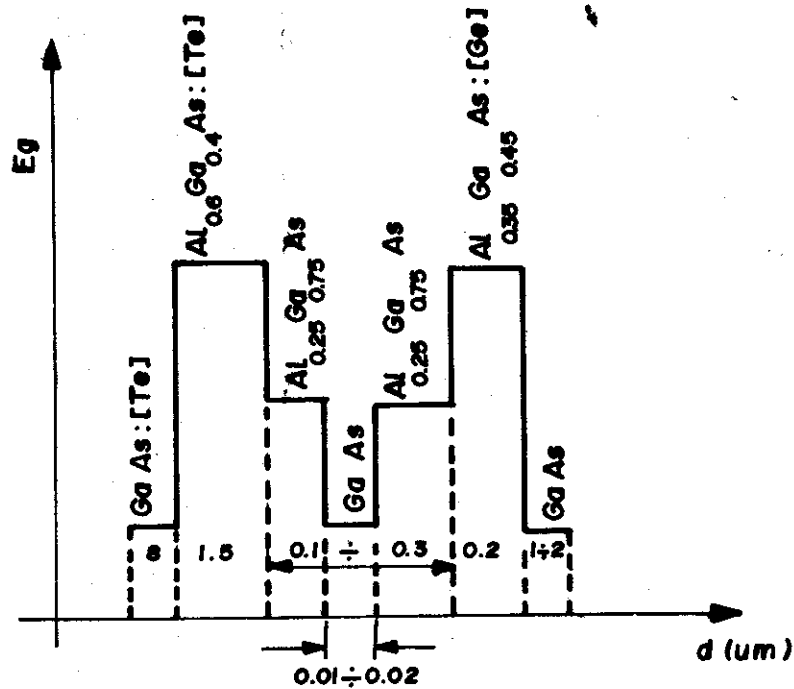


FIG.1- PERFIL E_g vs. ESPESOR DE CAPA DEL LCS
CON ESPESOR DE CAPA ACTIVA $0.01 \div 0.02 \mu m$

Para obtener las estructuras antes mencionadas con espesores de capa activa entre $0.01 - 0.02 \mu m$, la capa de transición debe ser menor de $0.005 \mu m$, esto se asegura, por ejemplo, retirando el sustrato de la solución y después mojando con otro nuevo fundido. De esta forma fueron producidos los laser reportados en [12]. Sin embargo, esto no puede ser utilizado para la obtención de los LCS en el sistema AlGaAs a causa de la presencia de una capa de óxido en la superficie del fundido y en la capa, de ahí que en este caso el bote de pistón tenga ventajas determinantes.

Esta es la causa de la limpieza de capa de óxido, asegurándose también un crecimiento constante ya que la capa que crece nunca queda sin fundido encima, pero esto trae también como consecuencia que no se pueda eliminar la presencia de la capa de transición que a $800^\circ C$ se sabe que alcanza espesores de $1 \mu m$ y que entre $650 - 600^\circ C$ es de $0.02 - 0.03 \mu m$ [13].

Esto cuando se desea crecer la región activa submicrónica es altamente perjudicial, y por ello se escoge para crecer la capa de la guía de ondas, el intervalo térmico entre $550 - 500^\circ C$, con esto y disminuyendo la velocidad de cristalización se tiene la posibilidad de controlar con precisión el espesor de las capas crecidas, ya que se han obtenido velocidades de crecimiento entre $10 - 1 \text{ nm/s}$ las cuales son comparables a las velocidades de crecimiento en MBE y MOCVD.

PREPARACION DE LAS ESTRUCTURAS

Sobre un sustrato tipo n de GaAs ($N_d = 1,1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) orientado según el plano (100), se crece una capa buffer n de GaAs:Te, después se crece el emisor de gap ancho N-Al_{0.6}Ga_{0.4}As:Te. Las capas de la guía de ondas y la

zona activa no fueron dopadas. El intervalo de cristalización de la zona activa fue entre 530 - 529°C durante 30 s .

Seguidamente se crece la capa del segundo emisor y la capa de contacto. Para fabricar laser con resonador Fabri-Perott se depositan contactos y se clivan con cuatro caras espejos, sin cubierta antirreflectante. La longitud del resonador fue de entre 500 y 700 μm con un ancho de 100 μm . Se excitaron con corriente de impulso de 1 μs con frecuencia de 1 kHz a 300°K.

La línea de generación para los laser planos es de 1.43 eV, el espectro de emisión se muestra en la Figura 2. Se prepararon con esta estructura laser con geometría stripe y laser enterrados que se muestran en la Figura 3.

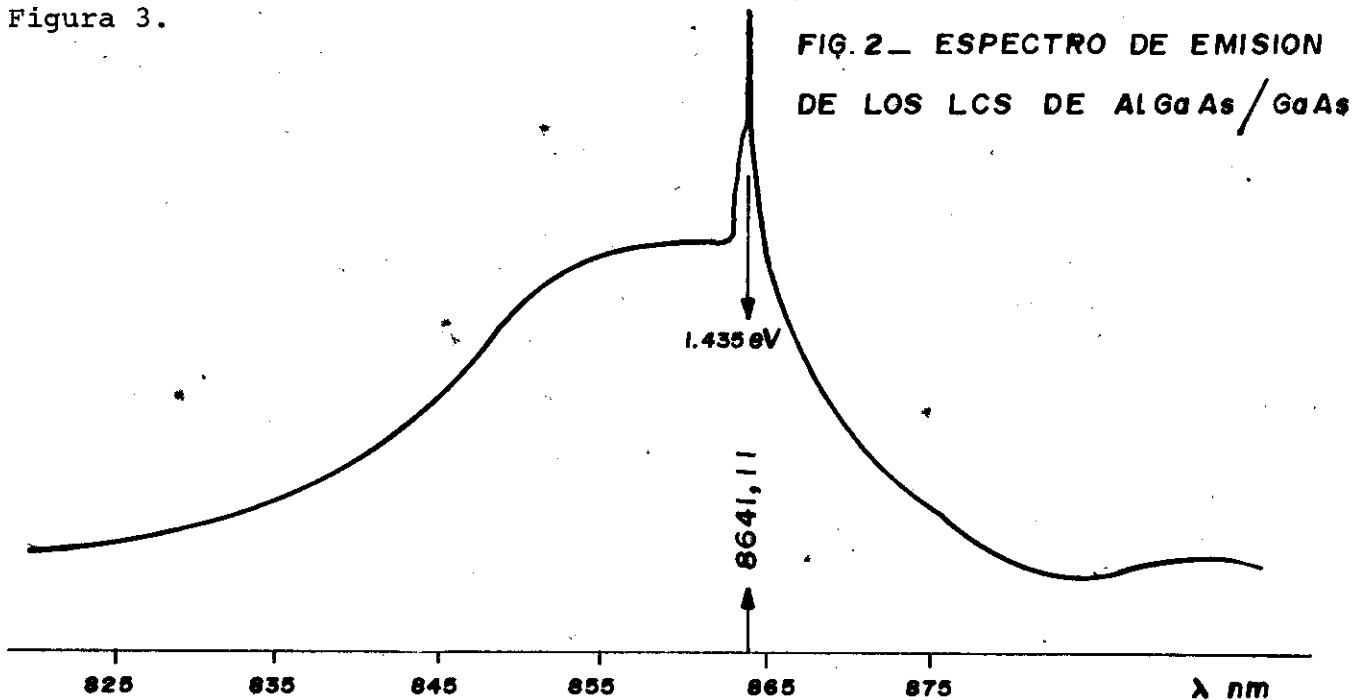
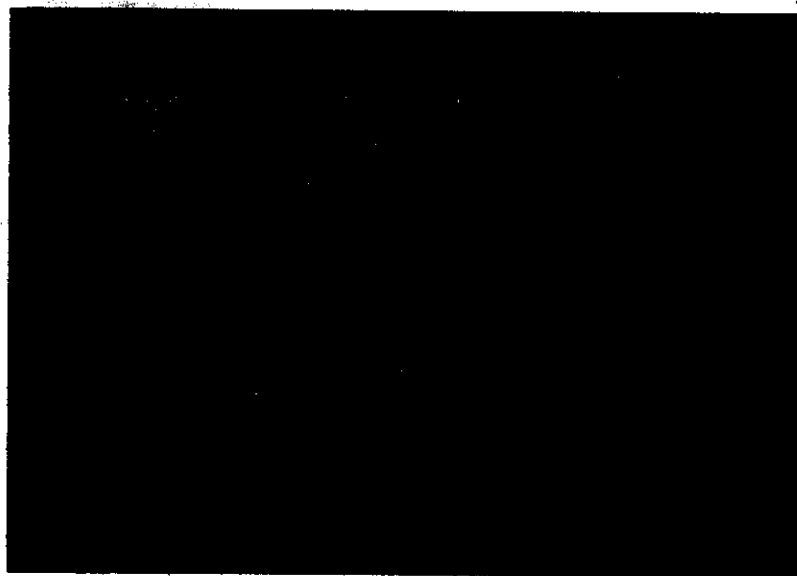


FIG.3- SEM DE LA ESTRUCTURA LCS CRECIDA EN CANALES, (LASER ENTERRADO) (x2500)



RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra la característica watt-ampérica de los laser planos. Se puede ver la corriente umbral de 300 A/cm². En la Figura 5 se ve una cadena de laser funcionando con I absoluta de 500 mA.

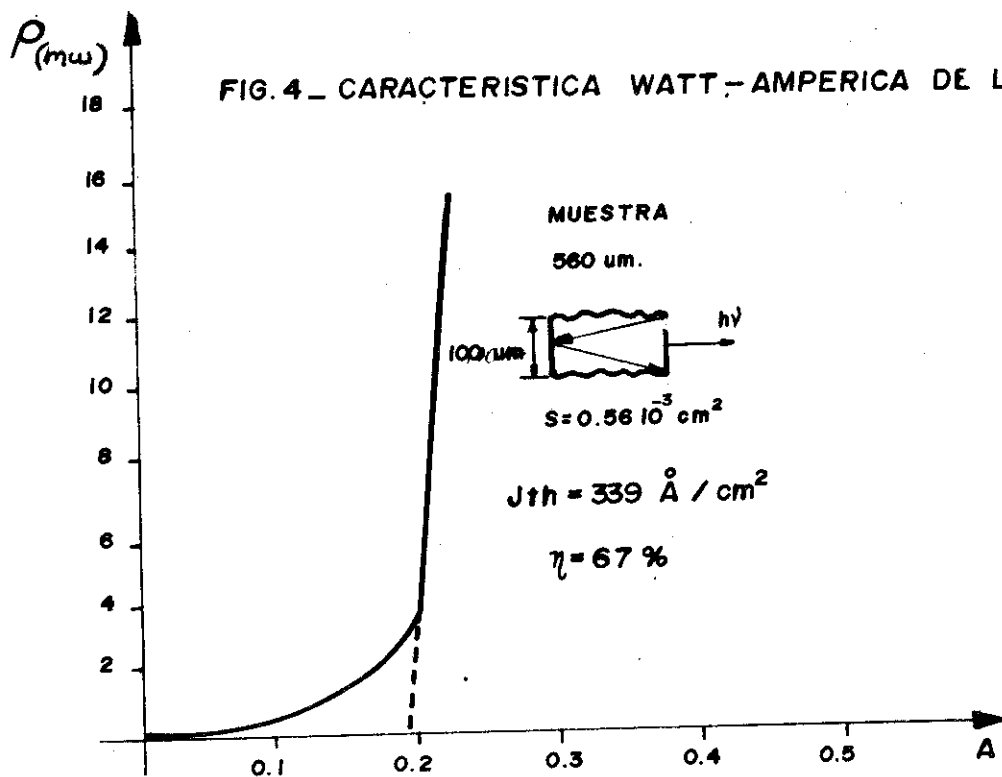
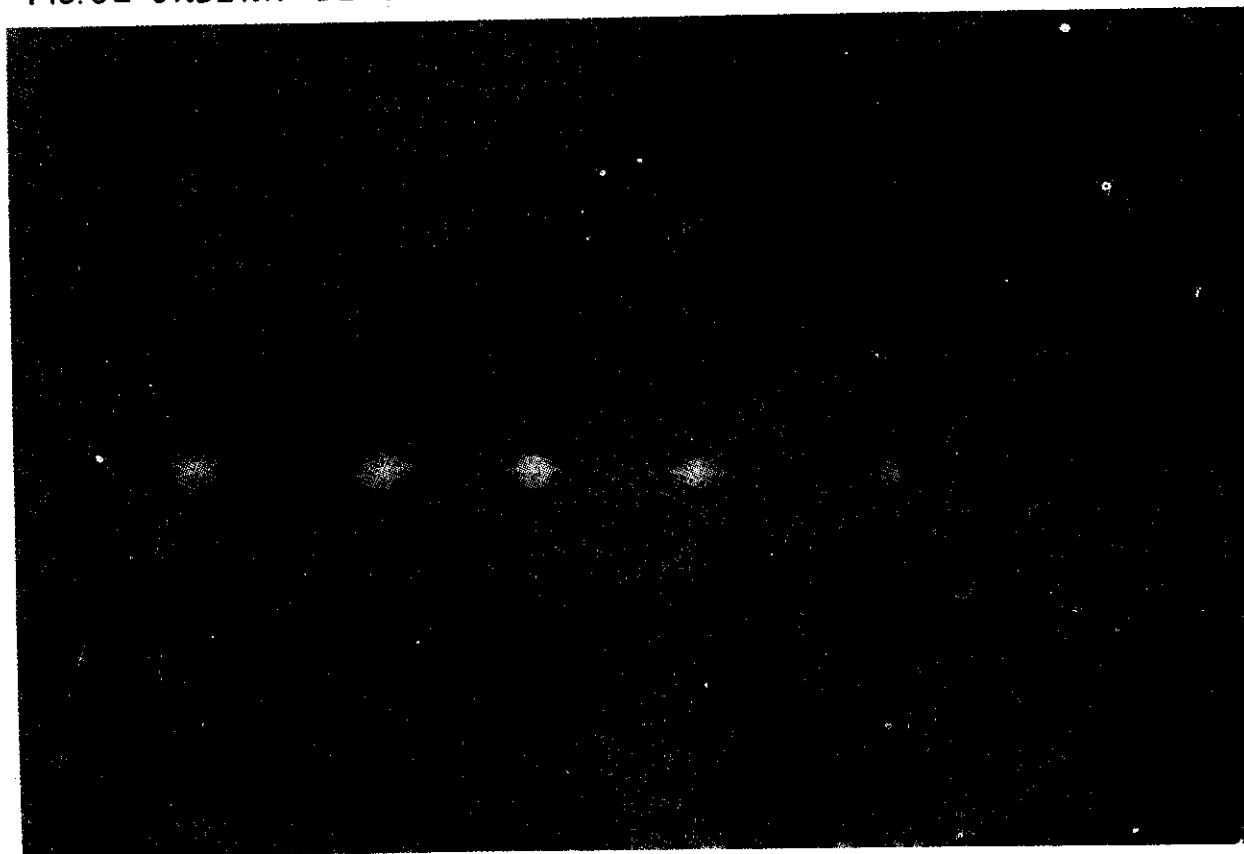


FIG. 5 - CADENA DE LASER TRABAJANDO



CONCLUSIONES

Se reporta en el trabajo la obtención de laser con confinamiento separado con espesor de capa activa entre 100 y 200 Å con corriente umbral de 300 A/cm² con comportamiento semejante a los obtenidos por MBE y MOCVD. Esta estructura con contacto en geometría stripe trabajó con una corriente umbral del orden de 600 A/cm²

Este trabajo fue realizado en los laboratorios del Instituto IOFFE de la Academia de Ciencias de la URSS, Leningrado.

REFERENCIAS

- [1] Ripper, J.E., J.C. Dymont, L.A. D'Asaro, T.L. Paoli (1971). Appl. Phys. Lett., 18, 155
- [2] Dymont, J.C., L.A. D'Asaro, J.C. North, B.J. Miller (1972). Proc. IEEE (Lett.), 60, 726.
- [3] Hsieh, J.J. (1979). J. of Quant. Electron., VQE-15, 694.
- [4] Blancoett, H., S. Margalet, A. Yariv (1982). Appl. Phys. Lett., 41, 587.
- [5] ----- (1982). Appl. Phys. Lett., 41, 585.
- [6] Chen, T.R., L.C. Chin, K.L. Yu, V. Koren, A. Yariv (1982). Appl. Phys. Lett., 4, 1115.
- [7] Nagai, H., Y. Nogushi, K. Takaei (1980). J. of Appl. Phys., 19, 1200.
- [8] Tsukada, T., R. Ito, H. Nakashima (1973). IEEE J. Quant Electron., VQE-9, 356.
- [9] Mito, I., M. Kitamura, Kabarachi, Ke, Kabayachi, Ko (1982). Electron. Lett., 18, 953.
- [10] Sang, T. (1982). Appl. Phys. Lett., 40, 217.
- [11] Kasement, D., C.S. Hong, W.B. Patte (1982). Appl. Phys. Lett., 41, 910.
- [12] Garbusov, D.Z., I. Arsentiev, L. Vavilova, A. Tikunov, E. Tulashvich (1985). Fiz. Tekh. Poluprovdn. 19, 1108.
- [13] Alferov, Zh Y., V.M. Andreev, S.G. Konnikov, V.R. Larionov, B.V. Pushnyk (1976). Krist und Technik, 8, 1013.