

Estudio de películas de $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ crecidas por VPE

Javier L. M. Núñez García^{1,2}, Raúl D'Elía^{1,2}, Diego G. Franco³, Ulises E. Gilabert^{2,4}

¹ DEMAPE-UNIDEF-CITEDEF-MINDEF, Juan Bautista de La Salle 4397,
CP B1603ALO Villa Martelli, Buenos Aires, Argentina.

² UTN FRBA, Medrano 951,
CP C1179AAQ, CABA, Buenos Aires, Argentina.

³ LANH, CNEA-CAB, Av. Bustillo Km 9.5,
CP R8402AGP, San Carlos Bariloche, Río Negro, Argentina.

⁴ SEGEMAR, INTI, Av. General Paz 5445, CP B1650WAB, San Martín, Buenos Aires,
Argentina.

Javier L. M. Núñez García, jnunez@citedef.gob.ar

Resumen. Este artículo se basa en el estudio de epitaxias de HgCdTe (MCT) obtenidas por el método Vapour Phase Epitaxy mediante el uso de diferentes técnicas de caracterización para evaluar su calidad cristalina y las posibles imperfecciones de las muestras.

Palabras clave: MCT, SEM, EDS, Mediciones Hall, IR.

1 Introducción

Las epitaxias de $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ (MCT) son materiales semiconductores de gran importancia tecnológica debido a su capacidad para detectar la radiación infrarroja (IR). Esta tecnología tiene una amplia gama de aplicaciones en diversos campos, como por ejemplo en cámaras IR para detectar pérdidas de fluidos en destilerías, seguimientos y guiados de misiles, etc. Existe una gran variedad de métodos para la obtención del MCT, desde sencillos como *Vapour Phase Epitaxy* (VPE) que se utiliza a escala laboratorio debido a sus menores costos y más sencillez, hasta más complejos y de costos elevados como *Molecular Beam Epitaxy* (MBE) que se utiliza a escala industrial.

Las epitaxias de MCT crecidas en nuestro laboratorio se obtuvieron mediante la técnica VPE [1] sobre sustratos de CdTe y CdZnTe . Estos sustratos con pulidos mecánico químicos, de caras paralelas, permiten el crecimiento de la epitaxia de MCT que copia la misma estructura cristalina del sustrato subyacente. En este trabajo la muestra 1 fue crecida sobre un sustrato de CdZnTe de 1cm x 1cm, mientras que las muestras 2 y 3 sobre sustratos de CdTe de 1cm x 2cm. Las epitaxias fueron caracterizadas por Microscopía Óptica (MO), Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Espectroscopia Dispersiva de Rayos X (EDS/EDX).

2 Parte experimental

Por medio de MO se analizó y verificó el estado de la superficie de las diferentes muestras (Fig. 1). Para la observación de la muestra 1 por MO fue necesario realizar un pulido previo utilizando un trípode de pulido para preparación de láminas delgadas debido a la fragilidad de la muestra. En la figura (1a) se observan las rayas de pulido artesanal/manual. La figura (1b), muestra 3, no presenta, a este nivel de aumento, ninguna imperfección en su superficie, lo que sugiere que se trata de una muestra monocristalina.

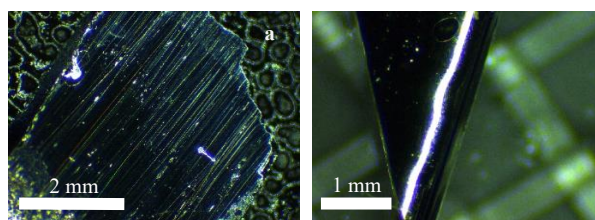


Fig. 1. Imágenes MO de epitaxias de MCT. a) Muestra 1 donde se aprecian las rayas de pulido; b) Muestra 3 sin defectos superficiales aparentes.

Para obtener imágenes de la superficie de la muestra con mayor resolución y profundidad de campo que la MO, se observó la superficie con alta y baja resolución mediante SEM. Se buscó por este medio identificar imperfecciones superficiales no observables por MO. En el caso de la muestra 1 (Fig. 2 a) se evaluó la uniformidad del pulido y la presencia de posibles imperfecciones generadas por el mismo. En la muestra 2 (Fig. 2 b) se detectó la presencia de diferentes granos. Para la muestra 3 (Fig. 2 c) la superficie se ve uniforme (muestra monocristalina).

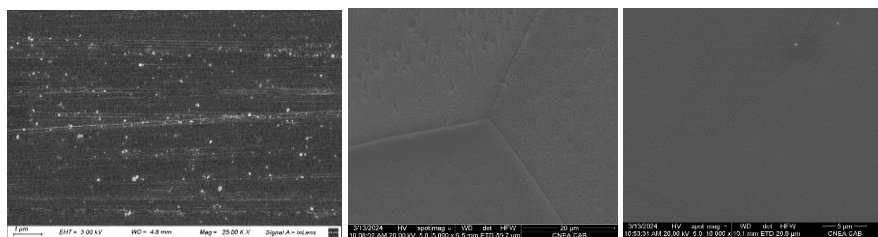


Fig. 2. a) Superficie pulida Muestra 1; b) Se observa la presencia de diferentes granos en la Muestra 2; c) Muestra 3 (monocristalina).

Como complemento a las micrografías obtenidas mediante SEM, se realizó EDS de las muestras con el fin de determinar la composición del material depositado sobre los sustratos. Se excitan los átomos de la muestra con una fuente de rayos X, provocando que emitan rayos con una energía específica propia de cada elemento, lo que permite identificarlo, calcular sus fracciones molares y detectar si hay alguna impureza o problemas de estequiometría. Para ello se realizaron mediciones en varios puntos de cada muestra, a partir de estos valores se realiza el cálculo de la composición de cada punto y luego se calcula el promedio entre todos los puntos de

cada muestra para determinar su composición (Tabla 1: Composición de cada muestra).

Tabla 1. Composición de cada muestra

Zona	Zona 1			Zona 2			Promedio		
Material	Cd	Te	Hg	Cd	Te	Hg	Cd	Te	Hg
Muestra 1	0.15	0.57	0.28	0.1	0.56	0.34	0.13	0.57	0.31
Muestra 2	0.07	0.57	0.35	0.08	0.58	0.35	0.07	0.58	0.35
Muestra 3	0.08	0.55	0.37	0.07	0.55	0.38	0.07	0.55	0.38

3 Resultados y conclusiones

A partir de los diferentes análisis que se realizaron a cada una de las muestras, se determina que se ha depositado/crecido el material sensible sobre cada uno de los sustratos. Los resultados del análisis cualitativo muestran que las epitaxias de MCT poseen gran cantidad de Hg y poca de Cd ($x \approx 0,2$), pero en todas se mantiene la cantidad de Te. Las muestras crecidas sobre los sustratos de CdTe, a diferencia de las crecidas sobre CdZnTe, presentan en su composición una menor cantidad de Cd. Esta leve variación, inherente a que el Hg posee mayor coeficiente de difusión en el CdTe que en el CdZnTe, por esta razón es que el Hg está en mayor proporción que el Cd en las muestras de CdTe [4]. No obstante, esta diferencia no representa un inconveniente para las propiedades finales del material. En nuestras condiciones de crecimiento se busco que el material a crecer se ubique en una zona donde la temperatura supere los 600°C, para que exista un plateau en el que se mantenga constante con la mínima variación. Además el tamaño de la superficie de los sustratos de CdTe es mayor, y también su espesor. Es importante destacar además que la adaptación de la técnica de preparación de láminas delgadas para TEM, permitió pulir las muestras sin perder el material depositado, se concluye que este método se puede utilizar para el pulido de estos materiales sin generar imperfecciones a nivel superficial.

Referencias

1. Cohen-Solal, G, Marfaing, Y., Bailly, F.: Croissance épitaxiale de composés semiconducteurs par évaporation-diffusion en régime isotherme. Rev. Physics Applied, vol. 1, 11-18 (1966).
2. Aguirre, M. H.: Estudio de los defectos en $Hg_{1-x}Cd_xTe$ pre y post-Implantado en el Proceso de Creación de la Juntura N/P. Tesis Doctoral de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física (2001).
3. Cohen-Solal, G, Marfaing, Y., Bailly, F.: Croissance épitaxiale de composés semiconducteurs par évaporation-diffusion en régime isotherme. Rev. Physics Applied, vol. 1, 11-18 (1966). Miles, R.W.: Properties of Narrow Gap Cadmium-based Compounds. Emis Datareviews Series, No. 10, P. Capper, Edr. London: Inspec Publication, 221-225 (1994).
4. Gilabert, U.E.: Estudio de las propiedades superficiales e interfaciales de películas monocristalinas de $Hg_{1-x}Cd_xTe$ crecidas en fase vapor sobre distintos sustratos. Tesis Doctoral de la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física (2007).