

# CRECIMIENTOS DE CAPAS EPITAXIALES DE $Cd_xHg_{1-x-y}Mn_yTe$ UTILIZANDO EL METODO DE EPITAXIA EN FASE VAPOR

H. Cánepa, E. Heredia e I. Nöllmann\*

DINSO (División de Investigaciones en Sólidos) (ex PRINSO), Centro de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas, Zufriategui 4380, Villa Martelli, 1603, Buenos Aires

Se emplea el método isotérmico de epitaxia en fase vapor para la obtención de capas de  $Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe$  con un gradiente de composición, sobre sustratos de  $Cd_{1-x}Mn_xTe$ .

En esta técnica, la composición superficial y las características electrónicas (tipo de conductividad y movilidad de los portadores) pueden ser controladas ajustando las temperaturas del sustrato y la fuente por un lado y la del Hg por otro.

Los crecimientos fueron caracterizados por rayos X (método de Laue), microscopía electrónica de barrido y microsonda electrónica, técnicas de "etching" y efecto Hallk. Los mismos presentan características adecuadas para su posterior aplicación en la fabricación de detectores de IR de tipo fotovoltaico.

## 1. INTRODUCCION

La aleación  $Cd_xHg_{1-x}Te$  presenta excelentes características para la fabricación de detectores de infrarrojo, principalmente en el rango de las ventanas atmosféricas 3 - 5  $\mu m$  y 8 - 14  $\mu m$  ( $x = 0.2$  a 0.4) teniendo también aplicaciones en el rango de las comunicaciones por fibras ópticas ( $x = 0.65$  a 0.80) y de celdas solares ( $x = 0.85$  a 1)<sup>1,2</sup>.

Se aplicó la técnica de crecimiento epitaxial isotérmico en fase vapor (VPE) para la obtención de capas de  $CdHgMnTe$  sobre sustratos de  $Cd_{0.95}Mn_{0.05}Te$  con las que se logra un mejor ajuste de los parametros de red.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

La configuración experimental utilizada es la que se muestra en la Fig. 1. En esta técnica las características electrónicas y la composición de la capa crecida pueden ser controladas mediante el ajuste de las temperaturas del sustrato ( $T_o$ ) y del mercurio ( $T_{Hg}$ ).

Como sustrato fueron empleadas obleas de  $Cd_{0.95}Mn_{0.05}Te$  de alta resistividad, que fueron cortadas de un lingote con orientación (111) y luego pulidas en forma mecánica y química (solución de Br/metanol al 5%).

Algunos sustratos fueron analizados mediante un ataque químico (etching) para determinar la presencia de defectos (densidad de dislocaciones,

maclas, precipitados, etc.) (Fig. 2). El material fuente ( $Te_{0.55}Hg_{0.45}$ ) fue preparado en ampolla cerrada de cuarzo ( $10^{-6}$  torr) y calentado por encima

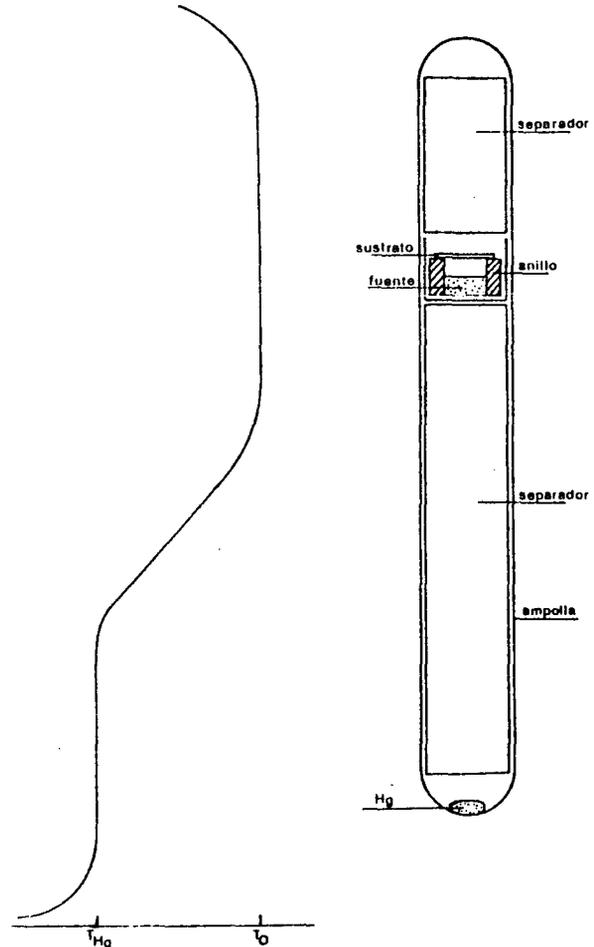


Figura 1: Diagrama del montaje y perfil del horno.

\* Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales

de su temperatura de fusión. Para una mejor homogeneización de la mezcla fundida la ampolla fue rotada repetidas veces dentro del horno.

La separación sustrato-fuente es determinada mediante un anillo de cuarzo (5 mm) y el volumen libre es reducido colocando ampollas cerradas.

Se variaron las temperaturas  $T_o$  y  $T_{Hg}$  para un

tiempo de crecimiento de aproximadamente 24 horas.

### 3. RESULTADOS

Se ajustaron las temperaturas  $T_o$  y  $T_{Hg}$  hasta encontrar que el aspecto de la capa crecida fuera homogéneo y espejado (Fig. 3).

La superficie de la capa crecida reproduce exactamente las irregularidades presentes en la superficie del sustrato (por ejemplo, la presencia de maclas).

La monocristalinidad de las capas epitaxiales y su correspondencia con las direcciones del sustrato fueron comprobadas mediante diagramas de Laue (Fig. 4).



Figura 2: Sustrato de  $Cd_{0.95}Mn_{0.05}Te$  con revelado de defectos.

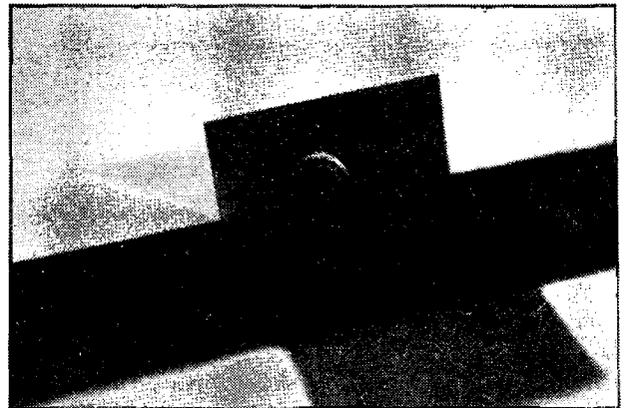


Figura 3: Aspecto de la superficie de un crecimiento epitaxial.

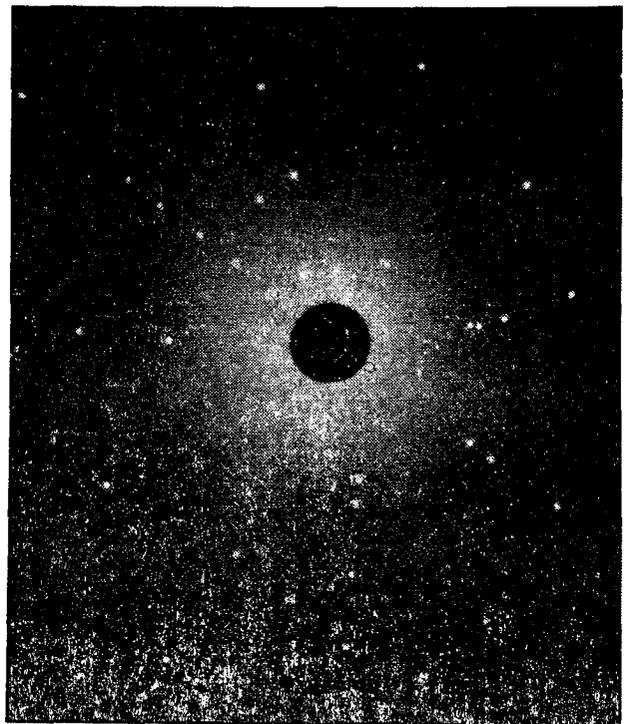
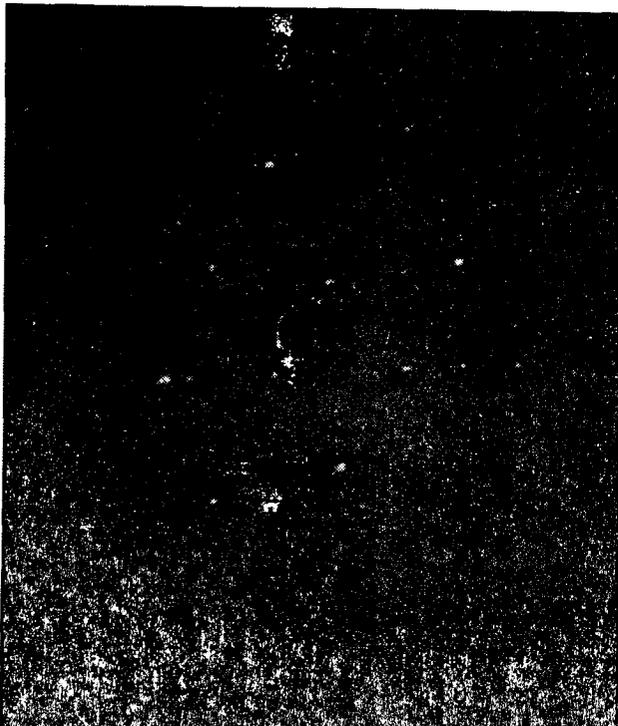


Figura 4: Diagramas de Laue de un Sustrato (A) y de la capa epitaxial (B)

La morfología de las superficies obtenidas fue observada por microscopía electrónica de barrido y su composición determinada por microsonda electrónica. Se realizaron perfiles de los crecimientos para determinar la variación porcentual de los elementos (el Mn no alcanza a ser detectado debido a su baja concentración) (Fig. 5). Los espesores crecidos varían entre 60 y 100  $\mu\text{m}$ .

Se determinaron las propiedades eléctricas de las capas epitaxiales a temperatura ambiente y a 77K mediante un equipo para mediciones de efecto Hall y resistividad<sup>3</sup>. La tabla 1 muestra algunos resultados.

	300K		77K	
	N $\text{cm}^{-3}$	$\mu$ $\text{cm}^2/\text{Vs}$	N $\text{cm}^{-3}$	$\mu$ $\text{cm}^2/\text{Vs}$
VPE 8 (P)	1.06E18	108	2.23E17	361
VPE12 (N)	1.15E16	15223	2.44E16	3112

Tabla I

#### 4. CONCLUSIONES

Los crecimientos obtenidos mediante la técnica de VPE poseen una superficie homogénea y espejada si se ajustan las temperaturas del sustrato y del mercurio.

La estructura cristalina de la capa crecida reproduce a la del sustrato, resultando ambos monocristalinos e igualmente orientados.

La densidad de portadores de carga y la movilidad son comparables a las obtenidas por el método

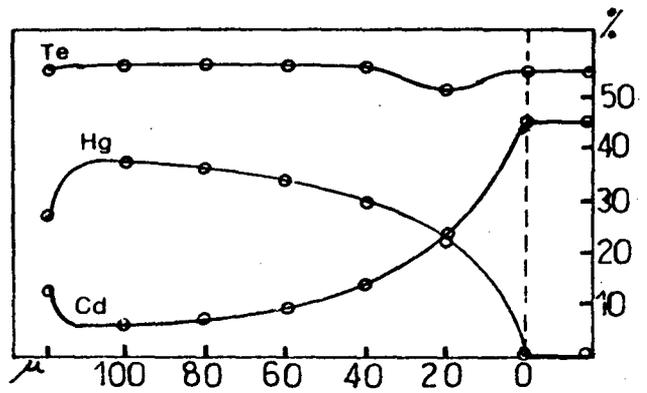


Figura 5: Perfil de concentraciones

de crecimiento Bridgman.

La técnica de crecimiento VPE tiene la ventaja de su sencillez experimental y fácil repetibilidad.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Witold Gariat por la provisión de los sustratos de CdMnTe.

Al Lic. Daniel Hermida por su trabajo con los diagramas de Laue.

#### REFERENCIAS

1. P. Kruse, "Semiconductors and Semimetals", Vol. 18, Cap. 1. Academic Press. (1981).
2. C.T. Elliot, J. Crystal Growth, 78 (1985) 453
3. E. Heredia, "Diseño y construcción de un equipo para medir resistividad y efecto Hall", Tesis de Licenciatura en Ciencias Físicas, FCEN, UBA.