

## SÍNTESIS DEL COMPUESTO $\text{CuInSe}_2$ PARA CELDAS SOLARES.

O. Calzadilla, J.C. León, J. Fuentes  
Laboratorio de Investigaciones en Electrónica del  
Estado Sólido (LIEES)  
Universidad de La Habana.

### RESUMEN

Se presentan los resultados de la investigación para la obtención de  $\text{CuInSe}_2$  monocristalino a partir de polvos por el método del transporte químico en fase vapor y el de Bridgman.

### ABSTRACT

It is presented the results of the study of the growth of  $\text{CuInSe}_2$  single crystals from powder material by the chemical transport reaction method in vapor phase and the Bridgman method.

El  $\text{CuInSe}_2$  ha sido objeto de estudio a partir de la posibilidad de ser usado como sustrato en la obtención de celdas solares [1]. Las celdas solares obtenidas del  $\text{p-CuInSe}_2/\text{nCdS}$  presentan una eficiencia del 12% [1].

Una de las problemáticas a resolver en esta dirección es la obtención de monocristales de  $\text{CuInSe}_2$  por un método menos costoso que el del transporte químico a partir de la fase vapor. Este método podría ser el método Bridgman que permite obtener obleas monocristalinas a partir del lingote crecido.

El compuesto  $\text{CuInSe}_2$  se ha obtenido a partir de la síntesis de materiales puros en las cantidades estequiométricas y luego hemos utilizado el material obtenido, previamente hecho polvo para obtener monocristales por el método de Bridgman y el transporte químico por fase vapor. Además el polvo obtenido de la síntesis se ha usado en la obtención de capas evaporadas.

Para determinar la composición de fases las muestras se caracterizaron por medio de la difracción de rayos-X.

Se utilizó radiación de  $\text{CuK}\alpha$  y  $\text{CoK}\alpha$  del difractómetro DRON-2.

De los patrones obtenidos se llega a las conclusiones:

1. En los difractogramas de los cristales obtenidos por fase de vapor está presente un sistema de líneas que se iden-

tifica totalmente con el  $\text{CuInSe}_2$  que aparece en [2] y el calculado teóricamente por nosotros.

2. En los difractogramas de los cristales obtenidos por Bridgman debemos analizar dos regiones:

Primero: la parte inferior del lingote (por donde comienza el crecimiento) y la media del mismo donde se comprobó por difracción de rayos X la presencia sólo de la fase  $\text{CuInSe}_2$ .

Segundo: la parte superior en el difractograma de la cual (Tabla 1) aparece un sistema de líneas correspondiente a una estructura isoforma a la  $\text{CuInSe}_2$  pero las intensidades no concuerdan ni con las experimentales medidas ni las calculadas en la literatura o por los autores.

El mismo efecto encontrado en síntesis lo hemos encontrado en los polvos aparentemente debido [3] a lo estrecho de la región de homogeneidad del compuesto pseudobinario.

Hemos calculado teóricamente a partir de programas elaborados al efecto, las intensidades correspondientes a las líneas de estructuras del  $\beta \text{In}_2\text{Se}_3$  y  $\alpha \text{Cu}_2\text{Se}$ , encontrando que la presencia del compuesto  $\beta \text{In}_2\text{Se}_3$  provocaría la superposición de las líneas, las intensidades de las cuales presentan la mayor desviación y que son las líneas 220 y 204 de este compuesto.

En esta superposición estaría la causa de la desviación en las intensidades observadas experimentalmente.

Podemos por tanto concluir que por medio del método de Bridgman pueden obtenerse monocristales de  $\text{CuInSe}_2$  adecuados para la construcción de celdas solares, no en la totalidad de la muestra, sino en la parte superior y media, lo que aba rata el costo de las mismas.

Quisiéramos agradecer la colaboración prestada por el Centro de Investigaciones Geológicas y la Universidad de Las Villas en la obtención en éstas de los difractogramas.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Shay, J.L., Sigurd Warner, and H.M. Kasper.:  
1973. Appl Phys Lett, 22, 351.
2. Kazmerki, L.L., M.S. Ayyagare G.A. Semborn.:  
1976. F.R. White and A.J. Merrill  
Thin Solid Films 37,323.
- 3.- Palatnik, L.S. and E.I.  
1967. Rogacheva Soviet Physics - Doklady,  
Vol. 12, No. 5, 503.

TABLA No. 1						
EXPERIMENTAL			TEÓRICO		TEÓRICO	
$\text{CuInSe}_2$			$\text{CuInSe}_2$		$(\text{In}_2\text{Se}_3)$	
d	hkl	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>	d	I/I <sub>0</sub>
5.15	101	7,6	5.20	3		
3.33	112	79,0	3.34	100	3.34	15
3,23	103	6,3	3,22	4		
2,90	200 004	2,2	2,88	0,5		
2,51	211	14,0	2,52	4		
2,15	105 213	4,5	2,15	2		
2.05	220 204	100	2,04	70	2,039	100
1,90	301	4,5	1,89	1		
1,75	116 312	59,0	1,74	40	1,726	100
	107 321		1,58	0,3		
1,48	323 305	3,6	1,47	1		
1,45	400 008	15,4	1,44	11		
1.39	217 411	3,6	1,38	0,5		
1,33	332 316	23,6	1,32	16		
	413 325		1,31	2		
1,18	424	22,7	1,18	14		
1,14	501	2,7	1,14	2		
1,11	512	13,6	1,11	11		