

## Propiedades eléctricas y ópticas del compuesto ternario $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$

Braulio Fernández\* y Manuel Villarreal

Laboratorio de Temperaturas Bajas, Centro de Estudio de Semiconductores,  
Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes,  
Apartado de Correos N° 1, La Hechicera-Mérida, 5251, Venezuela.

Recibido: 30-11-05 Aceptado: 10-04-06

### Resumen

En este trabajo presentamos el estudio de la resistividad eléctrica, el coeficiente de Hall y la magnetoresistencia en función de temperatura para el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$  tipo-p, en el rango de temperaturas desde 80 hasta 300 K y bajo un campo magnético de 15 kG. Del análisis de estos efectos se determinó que este compuesto presenta una conducción metálica. Una brecha de energía indirecta  $E_g = 0,30$  eV ha sido obtenida de la medida de la absorbancia óptica a temperatura ambiente.

**Palabras clave:** Nuevos materiales; propiedades eléctricas y ópticas; semiconductores.

## Electrical and optical properties of the ternary compound $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$

### Abstract

We report in this work the temperature dependence of the electrical resistivity, the Hall effect and the magnetoresistance on p-type  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$  in the temperature range from 80 to 300 K and under a magnetic field of 15 kG. From the analysis of these effects we determined that this compound present a metallic conduction. An energy indirect gap  $E_g = 0,30$  eV has been obtained from optical absorbancy measurement at room temperature.

**Key words:** New materials; optical and electrical properties; semiconductors.

### 1. Introducción

Los compuestos ternarios pertenecientes a la familia  $\text{Cu}_2\text{-Ge-VI}_3$  (VI = S, Se, Te) presentan potenciales aplicaciones como dispositivos fotovoltaicos y acusto-ópticos en el infrarrojo cercano (1-5). Estos materiales poseen bajos puntos de fusión, los cuales disminuyen a medida que el número atómico, el peso atómico y el radio del

ión aumentan. En un estudio reciente (6) encontramos que el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$  cristaliza en el sistema ortorrómbico con grupo espacial  $\text{Imm}2$  y parámetros de celda unidad:  $a = 12,6406(6)$  Å,  $b = 4,2115(2)$  Å,  $c = 5,9261(2)$  Å,  $V = 315,48(2)$  Å<sup>3</sup> y funde a 504°C.

Con el propósito de establecer alguna relación en la dependencia de los efectos galvano-

\* Trabajo presentado en el V Congreso de la Sociedad Venezolana de Física la Universidad del Zulia. Nucleo Punto Fijo - Edo. Falcón, Venezuela, Noviembre 2005.

\* Autor para la correspondencia. E-mail: braulio@ula.ve

magnéticos con la temperatura en el compuesto ternario Cu<sub>2</sub>GeTe<sub>3</sub>, en este trabajo se presenta el estudio de la resistividad eléctrica, el efecto de Hall y la magnetoresistencia en función de la temperatura, desde nitrógeno líquido hasta temperatura ambiente bajo un campo magnético de 15 kG. La brecha de energía es obtenida de la medida de la absorbancia a temperatura ambiente.

## 2. Detalles Experimentales

El compuesto fue sintetizado por fusión directa de sus elementos constituyentes, pesados en sus relaciones estequiométricas y colocados en una capsula de cuarzo sellada al vacío (6). La composición y la estequiometría fue verificada por análisis químico EDX. La homogeneidad fue corroborada midiendo diversas y diferentes porciones a lo largo del lingote. La composición promedio obtenida viene dada por los valores siguientes: Cu: 1.98 ( $\pm 1.0\%$ ), Ge: 1.34 ( $\pm 0.9\%$ ), Te: 2.68 (1.0%). Puede apreciarse que la estequiometría es cercana a la relación ideal 2:1:3.

Las medidas eléctricas fueron medidas en el rango de temperaturas desde 80 hasta 300 K, bajo un campo magnético de 15 kG y una corriente de 45 mA, empleando la técnica de Van der Pauw. Los contactos de la muestra fueron soldados con indio y de la curva característica I-V se deduce que son completamente ohmicos en un rango de 1 hasta 50 mA, a 80 K y temperatura ambiente. La medida de la absorbancia fue medida a temperatura ambiente usando un Espectrómetro FT-IR Serie 1700 de la Perkin Elmer.

## 3. Resultados Experimentales y Discusión

### 3.1. Propiedades eléctricas

En la Figura 1 se muestra la resistividad y el coeficiente de Hall en función de la temperatura para el compuesto Cu<sub>2</sub>GeTe<sub>3</sub>.

Este compuesto presenta un comportamiento metálico. No se observa la región intrínseca.

En los metales, la resistividad eléctrica, se puede expresar mediante la ecuación:

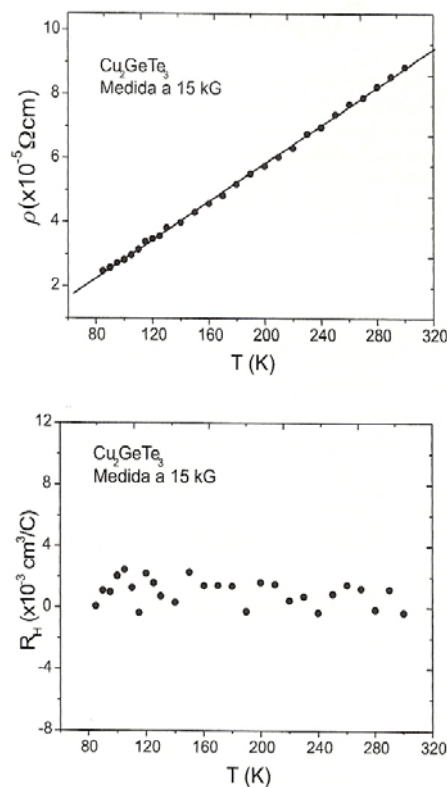


Figura 1. Resistividad y coeficiente de Hall en función de la temperatura del Cu<sub>2</sub>GeTe<sub>3</sub>.

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha T) \approx \rho_0 \frac{T}{T_0} \quad [1]$$

donde:  $\rho_0$ , es la resistividad del material a 0°C, y  $\alpha$ , el coeficiente de temperatura de la resistencia ( $\approx 1/273$ ),  $T_0 = 273K$ .

Para el ajuste se realizó la evaluación de la ecuación 1, usando  $\rho_0$  como parámetro de ajuste. El valor hallado de la resistividad del compuesto a 0°C es  $\rho_0 = 2,98 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot cm$  y el valor calculado de la conductividad a esta misma temperatura es  $\sigma_0 = 3,35 \cdot 10^6 (\Omega \cdot cm)^{-1}$ .

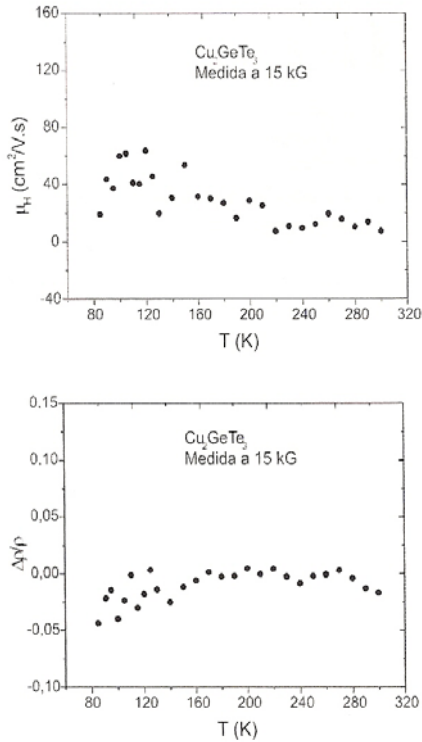


Figura 2. Movilidad y magnetoresistencia en función de la temperatura para el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$ .

En la Figura 2 se muestra la movilidad y la magnetoresistencia en función de la temperatura para el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$ . El valor de la movilidad parece tener un leve aumento a bajas temperaturas, pero se puede observar que su valor disminuye y permanece constante a medida que la temperatura aumenta. El comportamiento es característico de un metal ya que su movilidad disminuye ligeramente al aumentar la temperatura y en consecuencia aumenta la dispersión o scattering de los portadores. La magnetoresistencia resulta predominantemente negativa. No existe un cambio apreciable en la dependencia de esta cantidad en función de la temperatura, debido al carácter metálico del compuesto.

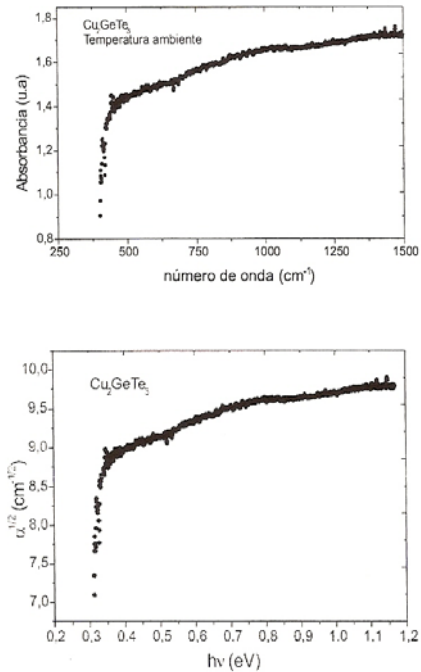


Figura 3. Absorbancia y  $\sqrt{\alpha}$  en función de la energía para el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$ .

### 3.2. Propiedades ópticas

En la Figura 3 se muestra la curva de la absorbancia en función del número de onda y la gráfica de  $\alpha^{1/2}$  como función de la energía del fotón  $h\nu$ , para el  $\text{Cu}_2\text{GeTe}_3$ .

El grado en que la radiación es absorbida al pasar a través de un medio homogéneo se expresa en términos de absorbancia,  $A$ . La absorbancia de una solución es el logaritmo decimal del inverso de la transmitancia,  $T$  (fracción de radiación incidente que atraviesa la muestra).

Para radiación monocromática, se calcula mediante la expresión:

$$A = \log(1/T) = \log(I_0 / I) \quad [2]$$

donde:  $I_0$  es la intensidad de radiación incidente e  $I$ , la intensidad de radiación transmitida.

Usando la ecuación [2], calculamos la transmitancia de la muestra y de allí, obtuvimos la absorción de la misma. El comportamiento es característico de un material con brecha de energía indirecta. Nos fue posible estimar la brecha de energía a temperatura ambiente  $E_G = 0,30\text{eV}$ , que es un valor razonable dado el carácter metálico de este material (7).

#### 4. Conclusiones

Los resultados en las propiedades eléctricas y ópticas indican que este compuesto presenta un carácter metálico y una brecha de energía indirecta a temperatura ambiente.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el CDCHI-ULA a través del Proyecto C-1036-00-05-E.

#### Referencias Bibliográficas

1. PARTE E., GARIN J. *Monastsh Chem* 102: 1197, 1972.
2. ROGARROCHA E., MELIKHOVA A., PANASENCO N. *Neorg Mater* 11: 839, 1975.
3. ZHUKOV E. *Zh Neorg Khim* 29: 1897, 1984.
4. FERNÁNDEZ B.J., HENAO J.A., DELGADO J.M. *Cryst Res Technol* 31: 65, 1996.
5. OLEKSEYUK I.D. *J Alloys Compounds* 298: 203, 2000.
6. VILLARREAL M.A., FERNÁNDEZ B.J., PIRELA M., VELÁSQUEZ-VELÁSQUEZ A., MORA A., DELGADO G. *Revista Mexicana de Física* 49: 198, 2003.
7. RIDLEY B.K. *Journal Physics C: Solid State Physics* 13: 2015, 1980.

