

GAP del Germanio

LUIS F. HORTA C.

FABIAN C. PASTRANA C.

SANTIAGO RAMIREZ V.

27 de mayo de 2018

Resumen

El objetivo de este trabajo fue determinar el valor del ancho de la banda prohibida, o GAP del germanio, lo cual se hizo gracias a un circuito en el cual estaba conectado dicho elemento, el cual se calentó hasta 450 °K y, a medida que se enfrió se tomaron los datos respectivos. Se llegó a un valor $E_{GAP} = 0,44\text{eV}$ con el cual, se concluyó que el germanio actúa como un semiconductor.

I. INTRODUCCIÓN

La conductividad eléctrica de un semiconductor intrínseco (puro) depende en gran medida de la anchura del gap. Los únicos portadores útiles para conducir son los electrones que tienen suficiente energía térmica para poder saltar la banda prohibida, la cual se define como la diferencia de energía entre la banda de conducción y la banda de valencia. La probabilidad de que un estado de energía E_0 esté ocupado por un electrón se calcula mediante las estadísticas de Fermi-Dirac. Una aproximación, la de Maxwell-Boltzmann, es válida también si se cumple $E_0 \gg E_F$, donde E_F es el nivel de Fermi. La conductividad eléctrica en función de la temperatura viene dada por:

$$\sigma(T) = \sigma_0 e^{-\frac{E_g}{2kT}} \quad (1)$$

Donde E_g es la energía de banda prohibida, k es la constante de Boltzmann, T es la temperatura.

La banda prohibida superconductora, a pesar de su nombre, no está relacionada con la banda prohibida de semiconductores y aislantes, sino con la energía necesaria para romper el enlace que une a dos electrones que están formando un par de Cooper (mientras que cuando un electrón se encuentra en el estado normal, su energía cinética puede ser modificada una cantidad arbitrariamente pequeña). Si la energía aplicada es inferior a 2triangulo (el doble, debido a que un par se compone de dos electrones, y la banda prohibida se refiere a la energía por electrón), no es posible romper el par, y por lo tanto se puede decir que "no sucede nada" (es decir, los electrones no absorberán fonones cuya energía sea inferior a dicha cantidad).

II. DISPOSITIVO EXPERIMENTAL Y PROCEDIMIENTO

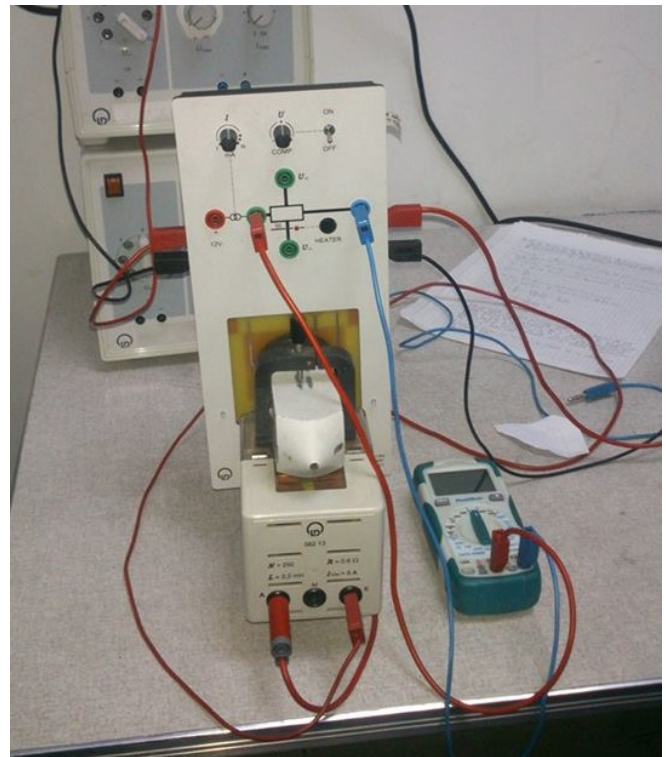


Figura 1

En la parte experimental, se encendió el circuito hasta que la placa alcanzó una temperatura cercana

a los 450 °K, una vez allí se desconectó y se procedió a grabar con una cámara los datos, una vez acabo el muestreo deseado, se recuperó la información reproduciendo el video y salvando datos cada 10 segundos. En cuanto al análisis de los datos con la función 1, se hizo con una linealización, así, linealizando la ecuación 1 se tiene que:

$$LN\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right) = -\frac{E_{GAP}}{2 \cdot K_B} \frac{1}{T}$$

Renombrando la variables

$$\begin{aligned} X &= -MY \\ ConM &= \frac{E_{GAP}}{2 \cdot K_B} \\ X &= LN\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right) \\ Y &= \frac{1}{T} \end{aligned}$$

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez tomados los datos y linealizados como se mencionó en la secciones anteriores, se ubican sobre un gráfico, como se aprecia en la figura 2, es evidente un claro comportamiento lineal, es decir, que su relacion exponencial se ajusta a la realidad, así pues, se realiza una regresión lineal para encontrar la pendiente de la recta y posteriormente la energía GAP del Germanio.

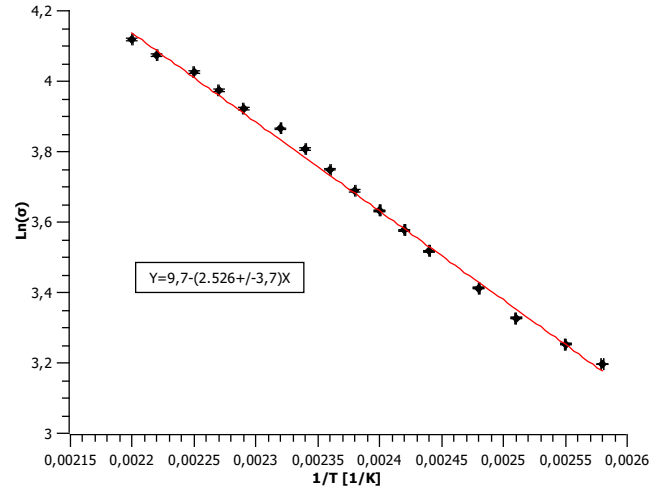


Figura 2: Grafica de la razón del logaritmo natural de la conductividad en función de el inverso de la temperatura

Se obtiene que la pendiente es $m = 2526$, entonces, $E_{GAP} = m \cdot 2 \cdot K_B = 0,44eV$, revisando estos valores en la literatura [3], se encuentra que el valor para la temperatura de una habitación es de $E_{GAP} = 0,67eV$, es decir, un error porcentual del 34 %, errores, suponiendo, entrarían en la incertidumbre debido a las medidas de la placa de germanio, incertidumbre que no se conocía, o error debido a la resistencia de los conductores, a la no homogeneidad en la pérdida de la temperatura, o debido a la impureza del germanio utilizado en el experimento.

Por otro lado se puede ver que el valor obtenido del GAP es bastante pequeño, lo cual permite que, al aplicarle una cantidad no muy grande de energía al germanio, este actuara como un conductor.

IV. CONCLUSIONES

- El valor del GAP obtenido es lo suficientemente pequeño para que el germanio se comporte como un semiconductor

REFERENCIAS

- [1] A. C. Melissinos, *Experiments in Modern Physics*. First Edition. USA: ACADEMIC PRESS.(1968)

- [2] Kenneth S. Krane, *Modern Physics*. Third edition. United States es of America:: JOHNJOHN WILEY & SONS, INCWILEY & SONS, INC.
- [3] CRC Handbook of Chemistry and Physics, 88th ed Editor-in-Chief: David R. Lide (National Institute of Standards and Technology) CRC Press/Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL. 2007. 2640 pp. pag(12-114).