

Wyznaczanie przerwy energetycznej InSb

Marcin Polkowski

21 kwietnia 2008

Streszczenie

Celem ćwiczenia było wyznaczenie przerwy energetycznej próbki materiału półprzewodnikowego mierząc opór próbki w funkcji temperatury.

1 Wstęp teoretyczny

Zależność koncentracji nośników p i n od temperatury określa wzór

$$p = n = n_0 T^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{E_g}{2k_B T}\right)$$

Gęstość prądu w funkcji przyłożonego pola elektrycznego E wyraża się następująco:

$$j = e(n\mu_n + p\mu_p)E$$

porównując ten wzór z prawem Ohma $j = \sigma E$ otrzymujemy wzór na przewodnictwo:

$$\sigma = e(n\mu_n + p\mu_p)$$

Dla półprzewodnika samoistnego $p = n$ mamy więc:

$$\sigma = e(\mu_n + \mu_p)n_0 T^{\frac{3}{2}} \exp\left(-\frac{E_g}{2k_B T}\right)$$

W interesującym nas zakresie temperatur zależność ruchliwości elektronów i dziur od temperatury wyraża się wzorem

$$\mu = \mu_0 T^{-\frac{3}{2}}$$

Ostatecznie zależność przewodnictwa od temperatury możemy wyrazić wzorem:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E_g}{2k_B T}\right)$$

Który przy założeniu, że badamy jedną próbkę przekształcić do wzoru na rezystancję:

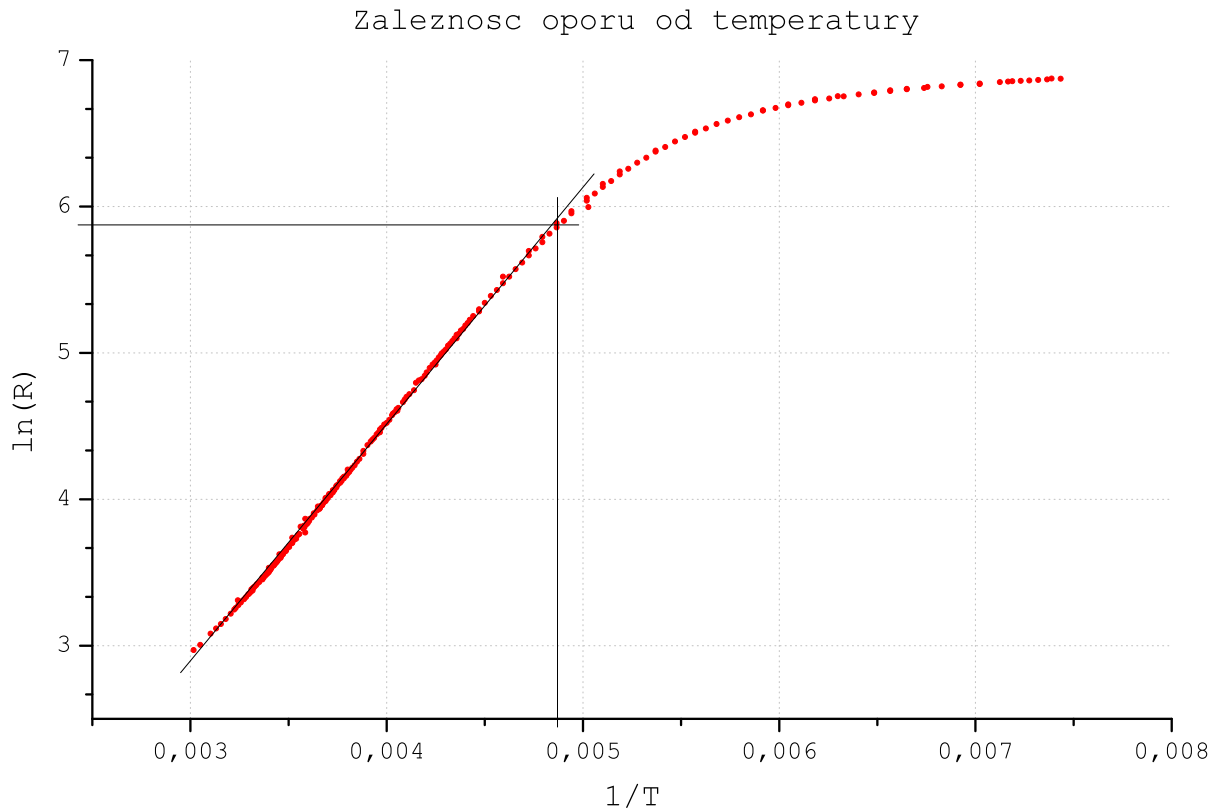
$$R = R_0 \exp\left(\frac{E_g}{2k_B T}\right)$$

Logarytmując powyższy wzór otrzymujemy:

$$\boxed{\ln R = \ln R_0 + \frac{E_g}{2k_B T}} \quad (1)$$

2 Pomiary

Mierzono zależność oporu próbki od temperatury. Próbkę chłodzono umieszczając jej miedzianą podstawę w ciekłym azocie lub podgrzewając ją strumieniem ciepłego powietrza. Opór mierzono miernikiem uniwersalnym, a temperaturę mierzono poprzez termoparę cechowaną w ciekłym azocie.



Rysunek 1: Zależność oporu od temperatury

Temperaturę w kelwinach odczytywano z tabeli na podstawie pomiarów napięć termopary. Jeżeli danego napięcia nie było w tabeli dokonywano przybliżenia liniowego dwóch najbliższych wartości.

Zebrane pomiary przedstawiono na wykresie 1, w którym na osi pionowej odłożono logarytm naturalny oporu a na poziomej odwrotność temperatury.

Do liniowej części charakterystyki (zaznaczonej na wykresie) dopasowano prostą zgodną ze wzorem (1):

$$f(x) = a + bx$$

gdzie parametr $b = \frac{E_g}{2k_B}$. Szukaną wartość E_g wyznaczymy obliczając:

$$E_g = 2k_B b$$

Z dopasowania prostej otrzymano następujące wartości parametrów:

$$a = -2,08 \pm 0,01$$

$$b = 1649,02 \pm 3,19$$

skąd wyliczamy wartość przerwy energetycznej E_g :

$$E_g = 2k_B b = (0,284 \pm 0,001) \text{ eV}$$

3 Podsumowanie

Uzyskano wartość przerwy energetycznej próbki InSb wynoszącą:

$$E_g = (0,284 \pm 0,001) \text{ eV}$$

Uzyskana wartość okazała się być nieznacznie większa od wartości tablicowych (w tablicach znalazłem wartości przerwy energetycznej wynoszące 0,17 eV i 0,23 eV).

Rozbieżność wyników mogła być spowodowana zanieczyszczeniem płytki, niedokładnym pomiarem oporu lub napięcia termopary, złym cechowaniem termopary.

4 Bibliografia

Do sporządzenia niniejszego opisu wykorzystane zostały wiadomości z następujących źródeł:

- Instrukcja do ćwiczenia
- John R. Tylor, *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*, Warszawa 1995
- Notatki własne