

## 32. Przerwa energetyczna w InSb

(2 tygodnie, 20 pkt.)

*Zagadnienia: półprzewodniki samoistne i domieszkowe, struktura pasmowa, przerwa energetyczna, zależność przewodnictwa od temperatury dla półprzewodników, ruchliwość nośników prądu, termopara, pomiar temperatury za pomocą termopary.*

*Literatura: Ash1,664÷690; Kit1,220÷251; Szy75,379÷386; Szy99, 448÷451; Gin1,275÷288, instrukcja doświadczenia nr 6.*

Celem doświadczenia jest wyznaczenie przerwy energetycznej półprzewodnika InSb na podstawie pomiaru oporu w funkcji temperatury.

### 1. Przeprowadzenie pomiarów.

Próbka InSb zaopatrzona jest w dwa kontakty prądowe i dwa napięciowe (czteropunktowa metoda pomiaru oporu). Źródłem prądu jest zasilacz stabilizowany. Pamiętać musimy o tym, by nie przepuszczać zbyt dużego prądu, gdyż spowoduje on grzanie próbki. Wartość prądu dobieramy na podstawie charakterystyki prądowo napięciowej w temperaturze ciekłego azotu. Sprawdzamy czy w danej temperaturze wartości prądu są proporcjonalne do przyłożonego napięcia.

Próbka umieszczona jest w cylindrze metalowym wyposażonym w grzałkę. Cylinder ten znajduje się w termosie. W pobliżu próbki umieszczona jest końcówka termopary. Charakterystyka stosowanej termopary w przedziale temperatur 77-370K jest nieliniowa i ma postać:

$$T = (27.7 \pm 0.1) \text{ K/mV} \cdot U - (0.65 \pm 0.03) \text{ K/(mV)}^2 \cdot U^2 + (270.6 \pm 0.5) \text{ K}, \quad (32.1)$$

gdzie  $T$  jest temperaturą "ciepłego" końca termopary a  $U$  napięciem na termoparze, gdy "zimny" koniec znajduje się w wodzie z lodem.

Równanie z którego można obliczyć napięcie przy określonej temperaturze ma postać:

$$U = (0.0214 \pm 0.0005) \text{ mV/K} \cdot T + (2.9 \pm 0.1) \cdot 10^{-5} \text{ mV/K}^2 \cdot T^2 - (7.93 \pm 0.06) \text{ mV}. \quad (32.2)$$

Temperatury wyższe od pokojowych uzyskujemy przez podgrzewanie grzałki. Pamiętajmy o odczekaniu odpowiednio długiego czasu, gdyż temperatury w różnych częściach termosu muszą się wyrównać. Obniżanie temperatury próbki przeprowadzamy dolewając stopniowo niewielkie ilości ciekłego azotu do termosu z próbką. Pomiaru oporności przeprowadzamy w zakresie temperatur od 77 do 370K.

*Uwaga: Równanie 16.2 można otrzymać z 16.1 w ten sposób, że z równania kwadratowego 16.1 wyliczamy  $U$ . Następnie rozwijamy pierwiastki w szereg Taylora do wyrazów rzędu  $T^2$ . Równania 16.1 i 16.2 nie są więc równoważne w sensie matematycznym. Są natomiast wygodne w użyciu i zgodne w granicach błędów.*

## 2. Opracowanie wyników.

Wiadomo, że w półprzewodniku koncentracja nośników prądu proporcjonalna jest do:

$$T^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{E_g}{2k_B T}}, \quad (32.3)$$

gdzie  $E_g$  jest wartością przerwy energetycznej,  $T$  temperaturą a  $k_B$  stałą Boltzmann. Przewodnictwo (odwrotność oporności właściwej) jest z kolei proporcjonalne do koncentracji. Jeśli zatem wyniki przedstawiamy na wykresie, którego osiami są  $\ln(RT^{3/2})$  oraz  $1/T$  ( $R$  jest opornością próbki, lub nawet wielkością proporcjonalną do oporności), to z liniowej części wykresu można będzie wyznaczyć wartość  $E_g$ . Przy porównywaniu wyników z danymi literaturowymi zwrócić uwagę na to, w jakiej temperaturze były mierzone podawane przerwy energetyczne.