

Лабораторна робота № 8.6

Залежність електричної провідності напівпровідників від температури

Мета роботи: експериментально дослідити залежність опору напівпровідника від температури.

Теоретичні відомості

Залежність електропровідності напівпровідників від температури використовується в терморезисторах. Матеріалом для виготовлення терморезисторів, як правило, є суміші окислів сульфідів, нітридів та карбідів металів.

Основною характеристикою терморезистора є температурна залежність його опору, хід якої співпадає з ходом температурної залежності питомого опору напівпровідника, з якого виготовлений терморезистор. В робочому діапазоні температур ця залежність достатньо точно визначається співвідношенням:

$$R_T = A e^{\frac{\varepsilon_g}{2kT}},$$

$$\sigma_T = A' e^{-\frac{\varepsilon_g}{2kT}}$$

де R_T - опір терморезистора при температурі T ;

A, A' - величина, яка залежить від матеріалу та геометричних розмірів терморезистора.

Логарифмуючи попередні формули, отримаємо:

$$\ln R_T = \ln A + \frac{\varepsilon_g}{2kT},$$

$$\ln \sigma_T = \ln A' - \frac{\varepsilon_g}{2kT}.$$

В електрон-вольтах $\frac{1}{2k} = 5,8 \cdot 10^3 \frac{eB}{K}$, тоді

$$\ln R_T = \ln A + \frac{5,8 \cdot 10^3}{T} \varepsilon_g,$$

$$\ln \sigma_T = \ln A' - \frac{5,8 \cdot 10^3}{T} \varepsilon_g.$$

Якщо побудувати графік залежності $\ln \sigma = f\left(\frac{5,8 \cdot 10^3}{T}\right)$, то буде мати вигляд, показаний на малюнку:

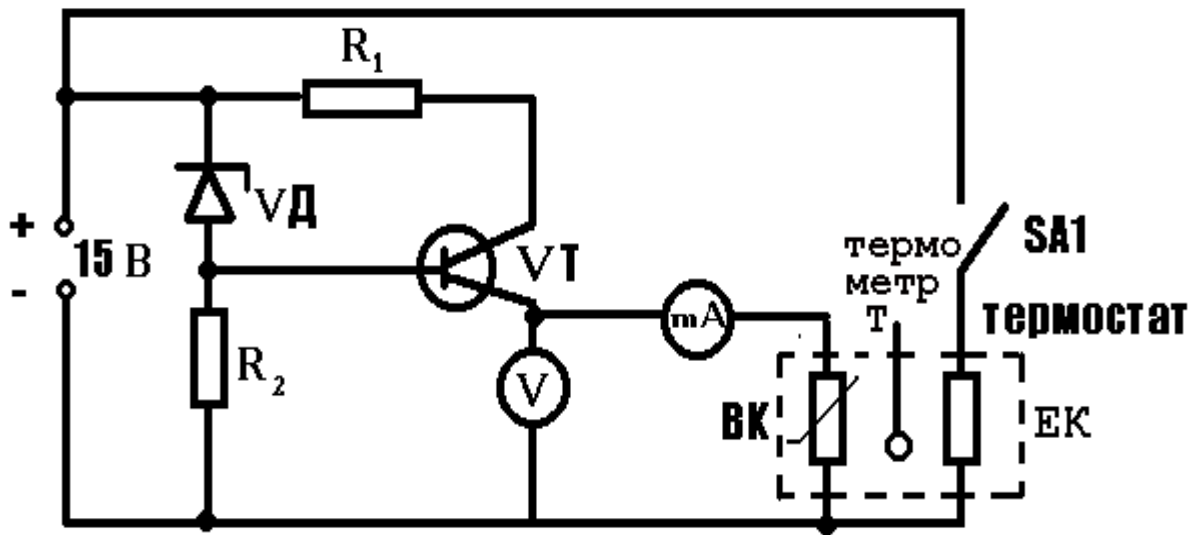


Рис.

- Визначити та занести в таблицю 1 значення падіння напруги U_1 та U_2 на термоопорі при зміні температури через кожні 5°C . Провести вимірювання як під час нагрівання, так і під час охолодження.
- За даними таблиці 1 обчислити середнє значення падіння напруги на термоопорі $U_{\text{сер}}$ та його провідність σ для всіх значень температури. Результати занести в таблицю 1. Вважати $l = 1\text{см}$.
- Обчислити значення T , $\frac{5,8 \cdot 10^5}{T}$, $\ln \sigma$ для всіх температур. Результати занести в таблицю 2.

Таблиця 2.

T, K									
$\frac{5,8 \cdot 10^3}{T}, \frac{1}{\text{K}}$									
$\ln \sigma$									

За даними таблиці 2 побудувати графік залежності $\ln \sigma = f\left(\frac{5,8 \cdot 10^3}{T}\right)$.

- За графіком залежності $\ln \sigma = f\left(\frac{5,8 \cdot 10^3}{T}\right)$ визначити ширину забороненої зони германію в електрон-вольтах

$$\Delta \varepsilon = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta(\ln \sigma)}{\Delta\left(\frac{5,8 \cdot 10^3}{T}\right)} = \frac{\ln \sigma_2 - \ln \sigma_1}{5,8 \cdot 10^3 \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

- Визначити концентрацію електронів провідності при температурі 70°C з формули

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{n_2}{n_1},$$

де $n_1 = 2,4 \cdot 10^{19} \text{м}^{-3}$ - концентрація електронів провідності при температурі $T_1 = 300\text{K}$; n_2 при температурі $T_2 = 343\text{K}$. Значення σ_1 та σ_2 взяти з таблиці 1.

7. Знайти відносну та абсолютну похибку визначення концентрації електронів провідності n_2 , вважаючи, що похибка визначення концентрації n_1 становить 10%.

Контрольні запитання

1. Що називають рухливістю носіїв струму? Як залежить рухливість носіїв від температури?
2. Пояснити хід залежності логарифма концентрації носіїв від зворотної температури.
3. Що називають власною та домішковою провідністю?
4. Як пояснити наявність ділянки домішкового вичерпання?
5. Пояснити зміну провідності напівпровідника з ростом температури.
6. Що характеризує тангенс кута нахилу α ?
7. Що називають терморезистором?

Звіт про виконану роботу

1. Величини, що вимірюються:

U_1 -напруга при нагріванні опору, $[U_1] = B$.

U_2 -напруга при охолодженні опору, $[U_2] = B$.

Величини, що обчислюються

а) $U_{сер} = \frac{U_1 + U_2}{2}$ - середнє значення напруги між значеннями напруги під час нагрівання т а охолодження, $[U_{сер}] = B$;

б) $\sigma = \frac{I}{U_{сер} \cdot l}$,

де σ -провідність. $[\sigma] = См$.

в) $\ln \sigma$ логарифм провідності;

г) абсолютна температура $T = t(^{\circ}C) + 273$. $[K]$

д) $\frac{5,8 \cdot 10^5}{T}$; $\left[\frac{I}{K} \right]$

2. Результати експерименту.