

Лабораторна робота №2

Тема «Фізичні основи роботи сенсорів температури»

Мета роботи: дослідження температурної залежності електричного опору напівпровідника.

2.1. Теоретичні відомості

Терморезистором називають напівпровідниковий резистор, основна властивість якого полягає в здатності значно змінювати свій електричний опір при зміні температури. Вони застосовуються в колах температурної стабілізації режиму транзисторних підсилювачів, у пристроях виміру, контролю й автоматики.

Терморезистор виготовляють у вигляді стрижнів, трубок, дисків, шайб, бусинок і тонких пластинок переважно методами порошкової металургії. Їхні розміри можуть варіюватися в межах от 1...10 мкм до 1...2 см.

Залежно від матеріалу поділяються на мідно-марганцеві і кобальт-марганцеві. Терморезистори виготовляють також із суміші полікристалічних оксидів перехідних металів, склоподібних напівпровідників і інших матеріалів.

Діапазон вимірюваних і контрольованих ними температур становить від -70 до $+180$ °С.

Напівпровідникові терморезистори в залежності від того, зростає чи зменшується опір при нагріванні, поділяються відповідно на позистори та термістори.

Термістор (NTC-терморезистор) – чутливий електронний компонент із негативним коефіцієнтом опору. При нагріванні його внутрішній опір починає падати. Параметри термістора не лінійні, це означає, що з підвищенні температури опір падає непропорційно і нерівномірно.

Позистор (PTC-терморезистор) - це електронний компонент, що має позитивний коефіцієнт опору. При подачі високої напруги або струму електронний компонент нагрівається. Чим вище стає температура, тим більше збільшується його внутрішній опір, отже менше струму протікає через елемент.

Основні параметри терморезистора:

- номінальний (холодний) опір;
- температурний коефіцієнт опору;
- постійна часу;
- чутливість;
- коефіцієнт температурної чутливості.

Номінальний (холодний) опір R_o – опір робочого тіла терморезистора при температурі навколишнього середовища 20°C , Ом.

Для більшості терморезисторів температурних залежностей опору в робочому діапазоні температур визначається співвідношенням:

$$R_\Theta = R_o e^{\frac{B(T_o - T)}{T_o T}}, \quad (2.1)$$

де R_Θ – опір при обмірюваній температурі, Ом;

R_o – номінальний (холодний) опір робочого тіла терморезистора при температурі навколишнього середовища 20°C , Ом;

T_o – абсолютна температура, при якій опір терморезистора дорівнює R_o ($T_o = 293 \text{ K}$);

T – обмірювана температура, К;

B – температурна постійна (коефіцієнт температурної чутливості), К.

Значення **коефіцієнта температурної чутливості B** можна визначити з формули:

$$B = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{R_1}{R_2}, \quad (2.2)$$

де T_1 – початкова температура робочого тіла, К;

T_2 – кінцева температура робочого тіла, К;

R_1, R_2 – опори при відповідних температурах.

Температурний коефіцієнт опору α_T виражає зміну абсолютної величини опору робочого тіла терморезистора при зміні температури на 1°C . Значення α_T для будь-якої температури T визначається зі співвідношення:

$$\alpha_T = -\frac{B}{T^2} \cdot \quad (2.3)$$

Чутливість S (Ом/град) напівпровідникового терморезистора для будь-якої температури T визначається зі співвідношення:

$$S = \alpha R_T. \quad (2.4)$$

Значення чутливості терморезистора досить велике, що забезпечує високу точність при вимірі невеликих відхилень температури.

2.2 Порядок виконання роботи

Робота виконується в програмі симуляції <http://surl.li/gihhcq>

1. Розрахуйте опір терморезистора (з позитивним та негативним температурним коефіцієнтом) при різних температурах навколишнього середовища.
2. Побудуйте графік залежності: $R = f(t^\circ\text{C})$ для двох терморезисторів. За даними графіків $R = f(t^\circ\text{C})$ розрахуйте параметри терморезистора:
 - коефіцієнт температурної чутливості B ;
 - номінальний опір R_0 ;
 - температурний коефіцієнт опору α_T ;
 - чутливість S .

3. Зробіть висновки щодо переваг та недоліків сенсорів, побудованих на терморезисторах.

2.3. Контрольні питання

1. Як впливає температура на електропровідність металів та напівпровідників?
2. Металеві термометри опору. Переваги та недоліки.
3. Напівпровідникові термометри опору. Переваги та недоліки.