

Практична робота №2

Приклад 1. Визначити концентрацію носіїв заряду в чистому германії при $T = 300$ К. На скільки градусів неохідно збільшити температуру від початкової (300 К), щоб число електронів провідності в германії збільшилось вдвічі.

Розв'язок: використовуючи вираз для концентрації носіїв:

У власному напівпровіднику концентрації електронів в зоні провідності та дірок в валентній зоні рівні:

$$n = p = n_i = \sqrt{N_c N_v} \exp\left(\frac{E_g}{2kT}\right), \quad N_v = 2\left(\frac{2\pi mkT}{h^2}\right)^{3/2}, \quad N_c = 2\left(\frac{2\pi m kT}{h^2}\right)^{3/2}$$

знайдемо співвідношення концентрацій електронів:

$$\frac{n_2}{n_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{3/2} \exp\left[E_g / (2k) \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right].$$

Враховуючи те, що степenna функція температури значно слабше експоненціальної, можна записати:

$$\exp\left[E_g / (2k) \cdot \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)\right] = 2.$$

Підставляючи вихідні данні і зробивши необхідні розрахунки, отримуємо:

$$T_2 = 317 \text{ К.}$$

Тобто необхідно збільшити температуру на 17 К.

1. За якою температурою концентрація власних носіїв в кремнії буде дорівнювати концентрації власних носіїв в германії при $T=300$ К. (1-3 варіанти)
2. За якою температурою концентрація власних носіїв в кремнії буде дорівнювати концентрації власних носіїв в арсеніді галію при $T=300$ К. (4-6 варіанти)
3. За якою температурою концентрація власних носіїв в арсеніді буде дорівнювати концентрації власних носіїв в германії при $T=300$ К. (5-10 варіанти)

Приклад 2. Знайти положення рівня Фермі відносно середини забороненої зони при $T = 300$ К для кристала германію, що містить $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ атомів миш'яку.

Рішення: Скористаємось формулою

У власному напівпровіднику концентрація електронів в зоні провідності дорівнюють:

$$n = N_c \exp(E_F - E_c) / (kT),$$

звідси

$$E_c - E_F = kT \ln\left(\frac{N_c}{n_n}\right).$$

Вважаємо, що $n_n = N_d$ тобто всі домішкові атоми однократно іонізовані.

$$E_c - E_F = kT \ln\left(\frac{N_c}{N_d}\right).$$

Підставляючи вихідні данні та зробивши необхідні розрахунки, отримаємо:

$$E_c - E_F = 0,16 \text{ eV}.$$

Оскільки ширина забороненої зони германія 0,66 eV, то рівень Фермі знаходиться на 0,17 eV вище середини забороненої зони.

4. Визначити питомий електричний опір кремнія при температурі 300 K, якщо концентрація донорної домішки дорівнює 10^{20} м^{-3} . Рухливість електронів в кремнії при 300 K прийняти рівною $0,14 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ (1-5 варіанти).
5. Концентрація носіїв в кремнії дорівнює $5 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$, прухливість електронів $\mu_n=0,15 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ та дірок $\mu_p=0,05 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$. Визначити опір кремнієвого стрижня довжиною 5 см та перетином 2 мм^2 (всі варіанти)
6. Визначити питомий опір кремнію р-типа при температурі 300 K, якщо концентрація акцепторної домішки 10^{20} м^{-3} . Рухливість дірок при температурі 300 K дорівнює $0,05 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ (6-10 варіанти).