

Лабораторна робота №3

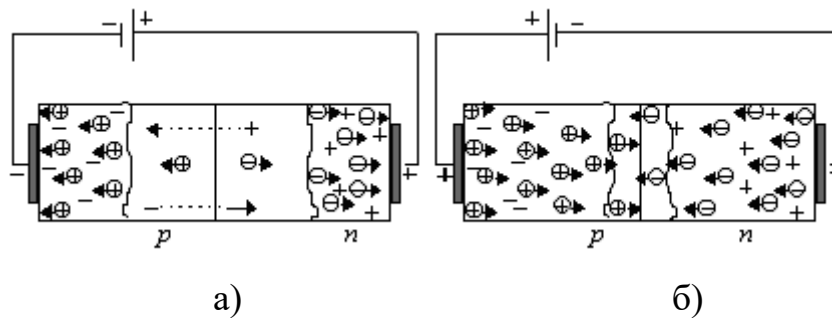
Тема роботи: РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ДІОДНИХ СТРУКТУР

Мета роботи: дослідження діодних структур

Малопотужні діоди

Напівпровідниковим діодом називають напівпровідниковий прилад з одним електричним р-п переходом та двома зовнішніми виводами, в якому використовують ті чи інші властивості р-п переходу.

Малопотужні діоди відрізняються від інших значенням теплового опору R_T (100- 130 °С/Вт) та середнім значенням струму, що випрямляється за період $I_{впр} < 400\text{мА}$.



а) зворотня напруга,
б) пряма напруга

Рисунок 1 - Принцип роботи р-п переходу

У більшості діодів малої та середньої потужності допустимий прямий струм, як правило, не перевищує точку інверсії, а у силових потужних діодів допустимий струм може бути вище цієї точки [1].

Як приклад, розглянемо розрахунок параметрів та характеристик малопотужного кремнієвого діода.

Вихідні дані:

- Коефіцієнт теплової дифузії $D_0 = 10,5 \text{ см}^2/\text{с}$
- Енергія іонізації акцепторів $\Delta E_{\text{акт}} = 3.66 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ Дж}$
- Постійна Больцмана $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ Дж/К}$
- Питомий опір $\rho_n = 4.2 \text{ Ом} \times \text{см}$
- Градієнт концентрації $a = 2.886 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$
- Рухливість дірок $\mu_p = 480 \text{ см}^2/\text{Вс}$
- Кімнатна температура $T_w = 300\text{К}$

- Концентрація електронів у власному напівпровіднику $n_i = 1.6 \times 10^{10} \text{ см}^{-3}$
- Заряд електрона $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Кл}$
- Діелектрична постійна $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$
- Ширина забороненої зони $\Delta E_g = 1.11 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ Дж}$
- Діелектрична проникливість 11,8
- Площа перерізу напівпровідника $A_{\text{per}} = 0.283 \text{ мм}^2$
 $\varphi_t = 0.0259 \text{ В}$

Напруга пробою плавного р-п переходу

$$U_{np} = 60 \cdot \left(\frac{\Delta E_g}{1,1 \cdot q \cdot} \right)^{1,2} \cdot \left(\frac{a}{3 \cdot 10^{20}} \right)^{-0,4} \quad (1.1)$$

$$U_{np} = 154,73 \text{ В}$$

Максимальна зворотня напруга плавного р-п переходу:

$$U_{max} = 0.5 U_{np} \quad (1.2)$$

$$U_{max} = 77.36 \text{ В}$$

Контактна різниця потенціалів плавного р-п переходу:

$$\varphi_k = \varphi_t \cdot \left(1.61 \cdot \text{Log} \left(\frac{3\epsilon\epsilon_0 \cdot \varphi_t \cdot a^2}{qn_i^3} \right) + 0.8 \right) \quad (1.3)$$

$$\varphi_k = 0.604 \text{ В}$$

Ширина ОПЗ при U_{max} і при нульовій U_0 :

$$\delta(U) = 3 \sqrt{\frac{12 \cdot \epsilon\epsilon_0 \cdot (\varphi_k - U)}{q \cdot a}} \quad (1.4)$$

$$\delta(-U_{max}) = 5.959 \times 10^{-6} \text{ м}$$

$$\delta(0) = 1,179 \times 10^{-6} \text{ м} .$$

Бар'єрна ємність при U_{max} :

$$C_{бар} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 A_{per}}{\delta(-U_{max})} \quad (1.5)$$

$$C_{бар} = 4,95 \text{ пФ} .$$

Побудуємо ВАХ діода .

Зворотня гілка ВАХ:

- Коефіцієнт дифузії неосновних носіїв D_p заряду та їх час життя τ_p :

$$D_p = \frac{k \cdot T_w}{q} \cdot \mu_p \quad (1.6)$$

$$D_p = 12.42 \text{ см}^2/\text{с} .$$

$$\tau_p = \frac{L_p^2}{D_p} \quad (1.7)$$

$$\tau_p = 8.052 \times 10^{-6} \text{ с} .$$

- Струм насичення:

$$I_s = q \cdot n_i^2 \cdot \frac{D_p \cdot A_{per}}{C_b L_p} \quad (1.8)$$

$$I_s = 1.199 \times 10^{-13} .$$

- Генераційний стум:

$$I_g(U) = \frac{A_{per} \cdot q \cdot n_i}{2\tau_p} \cdot \sqrt[3]{\frac{12\varepsilon\varepsilon_0 \cdot (\varphi_k - U)}{q \cdot a}} \quad (1.9)$$

$$I_g = 2,68 \times 10^{-16} \text{ А} .$$

- Загальний зворотній струм:

$$I_1(U) = I_s \left(\exp\left(\frac{U}{\varphi_t}\right) - 1 \right) - I_g(U) \quad (1.10)$$

- Загальна зворотня щільність струму:

$$J_1(U) = \frac{I_1}{A_{per}} \quad (1.11)$$

За формулою (1.10) побудуємо зворотню гілку ВАХ.

Таблиця 1 - Дані вольтамперної характеристики

U(V)	0	-10	-20	-30	-40	-50
I(mkA)	0	-0,761	-0,929	-1,046	-1,139	-1,217

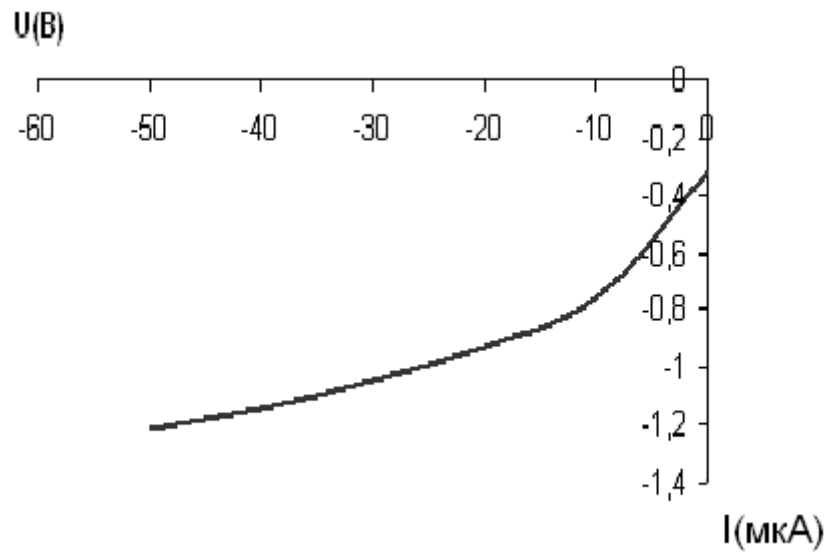


Рисунок 2 - Вольтамперна характеристика діода (зворотня гілка)