

Elektronika

Auditorne vježbe 2

Električna vodljivost poluvodiča

- Ovisi o **gustoći elektrona (n)** i **gustoći šupljina (p)**.
(gustoća = broj elektrona (šupljina) u jedinici volumena)
- Nastanak slobodnih nosilaca:
 - **Razbijanjem kovalentne veze - elektroni i šupljine nastaju u parovima**
 - **Dodavanjem primjesa**
- Poluvodič:
 - Čisti (bez primjesa)
 - Onečišćeni
 - P-tip (3-valentne primjese – akceptori)
 - N-tip (5-valentne primjese – donori)

Osnovni zakoni u poluvodičima

1) Zakon električne neutralnosti:

$$n_0 + N_A = p_0 + N_D$$

2) Zakon termodinamičke ravnoteže:

$$n_0 \cdot p_0 = n_i^2$$

Zadatak 4.

- Silicijskom poluvodiču dodane su akceptorske primjese gustoće $N_A = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Odrediti gustoće slobodnih nosilaca naboja na temperaturama:
 - a) 0°C
 - b) 27°C
 - c) 175°C

Rješenje:

Primjese=akceptori \rightarrow p-tip poluvodiča! \rightarrow prevladavaju šupljine!

Primijeniti osnovne zakone o poluvodičima!

Zadatak 4.

✓ Rješenje:

a) $T=273,15$ K:

$$E_G=1,1312 \text{ eV}$$

$$n_i=7,72 \cdot 10^8 \text{ cm}^{-3}$$

$$\left. \begin{array}{l} (1) \quad n_0 + N_A = p_0 \\ (2) \quad n_0 \cdot p_0 = n_i^2 \end{array} \right\}$$

$$p_0 = \frac{N_A + \sqrt{N_A^2 + 4n_i^2}}{2}$$

$$N_A^2 \gg n_i^2 \Rightarrow p_0 \approx N_A$$

$$p_0 \approx 10^{14} \text{ cm}^{-3}$$

$$n_0 = \frac{n_i^2}{p_0} = 5954 \text{ cm}^{-3}$$

Zadatak 4.

☑ Rješenje:

b) $T=300$ K:

$$E_G=1,1245 \text{ eV}$$

$$n_i=8,68 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3}$$

$$N_A^2 \gg n_i^2 \Rightarrow p_0 \approx N_A$$

$$p_0 \approx 10^{14} \text{ cm}^{-3}$$

$$n_0 = \frac{n_i^2}{p_0} = 7,53 \cdot 10^5 \text{ cm}^{-3}$$

Zadatak 4.

☑ Rješenje:

c) $T=448$ K:

$$E_G=1,0824 \text{ eV}$$

$$n_i=3,63 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$$

$$p_0 = \frac{N_A + \sqrt{N_A^2 + 4n_i^2}}{2} = 1,12 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$$

$$n_0 = \frac{n_i^2}{p_0} = 1,18 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$$

Zadatak 5.

- U silicijskom poluvodiču na 350 K izmjerena je gustoća elektrona iznosa 10^{12} cm^{-3} . Odrediti tip poluvodiča i neto gustoću dodanih primjesa.

☑ Rješenje:

n-tip

$$N_D = 9,07 \cdot 10^{11} \text{ cm}^{-3}.$$

Zadatak 6.

- Silicijskom poluvodiču dodane su akceptorske primjese gustoće $N_A = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Odrediti tip i gustoću primjese koju treba pridodati na $T = 300 \text{ K}$ da bi se gustoća elektrona:
 - a) udvostručila;
 - b) smanjila peterostruko;
 - c) bila četiri puta manja od gustoće šupljina prije drugog dopiranja.

☒ Rješenje:

- a) $N_D = 5 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$;
- b) $N_A = 4 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$;
- c) $N_D = 1,25 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$.

Zadatak 7.

- Silicijskom poluvodiču dodane su primjese gustoća $N_A=10^{13} \text{ cm}^{-3}$ i $N_D=2 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$. Odrediti tip poluvodiča i ravnotežne gustoće slobodnih nosilaca naboja na temperaturama:
 - a) $T=300 \text{ K}$;
 - b) $T=400 \text{ K}$.

Rješenje:

- a) $n_0=10^{13} \text{ cm}^{-3}$, $p_0=10^7 \text{ cm}^{-3}$;
- b) $n_0=1,18 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$, $p_0=1,78 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}$.