

I.1.9. Temperaturabhängigkeit der Elektronenkonzentration

Die Elektronenkonzentration $n(T)$ in n -leitendem Silizium soll für drei verschiedene Temperaturen berechnet werden. Nutzen Sie die gegebenen Gleichungen mit den temperaturunabhängigen Parametern: $m_l^* = 0,916$; $m_t^* = 0,197$; $m_{hh}^* = 0,537$; $m_{lh}^* = 0,153$; $W_G = 1,11$ eV; $N_A = 0$; $N_D = 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$; $W_L - W_D = 50 \text{ meV}$.

$$n + N_A^- = p + N_D^+; N_D^+ = \frac{N_D}{2 \exp\left(\frac{W_F - W_D}{kT}\right) + 1}; n_i = \sqrt{N_L(T)N_V(T)} \exp\left(-\frac{W_G}{2kT}\right); W_G = W_L -$$

$$W_V; np = n_i^2; N_{L,V}(T) = 2 \left(\frac{m_{L,V} kT}{2\pi\hbar^2}\right)^{3/2}; m_L = 6^{2/3} (m_l^*)^{1/3} (m_t^*)^{2/3} m_e; m_V = \left[(m_{hh}^*)^{3/2} + (m_{lh}^*)^{3/2} \right]^{2/3} m_e;$$

$$W_L - W_F(T) = kT \ln\left(\frac{N_L(T)}{n(T)}\right); L_{Dn,p} = \sqrt{\frac{\epsilon kT}{q^2 N_{D,A}}}; \epsilon = \epsilon_S \epsilon_0; n_a = \frac{N_L}{2} \exp\left(\frac{W_D - W_L}{kT}\right); N_D^+ = N_D \frac{n_a}{n_a + n}$$

Skizzieren Sie zunächst das Bändermodell mit W_L , W_V , W_D und W_i (d. h. W_F bei Eigenleitung) und bestimmen Sie dann:

- für $T_0 = 300 \text{ K}$, $T_1 = 0,1 \times T_0$ und $T_2 = 3 \times T_0$ unter Verwendung geeigneter Näherungen (überprüfen!) für den Boltzmannschen Grenzfall (s. Aufg. I.1.7) die Temperaturabhängigkeit der Elektronen-konzentration $n(T)$, die zugehörigen Löcher-konzentrationen p und
- die jeweilige Lage der Fermi-Energie W_F .

Skizzieren Sie $n(T)$ und $W_F(T)$. (Vgl. CWH, Kap. 2.4)

