

Übungsblatt 4

Assistent: Res Jöhr (Büro 3.04, res.joehr@unibas.ch)

Abgabe: Freitag, 16. Oktober 2015, 12:00 Uhr (Büro 3.04).

Aufgabe 1 (*Verständnisfragen*)

(2 Pt)

- Welchen Zweck erfüllt ein pn-Übergang in einer Solarzelle?
- Wie kann für einen gegebenen Halbleiter eine möglichst hohe V_{oc} erreicht werden?
- Gehen Sie nochmal die Herleitung der idealen Diodengleichung durch. Welche Näherungen wurden dabei gemacht?

Aufgabe 2 (*pn-Übergang*)

(2 Pt)

Ein abrupter Silizium pn-Übergang bestehe aus einer p-dotierten Region mit $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ Akzeptoren und einer n-dotierten Region welche sowohl $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ Akzeptoren und $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ Donatoren enthalte. Geben Sie die Dichte der Elektronen und Löcher in beiden Zonen (ausserhalb der Raumladungszone) an. Berechnen Sie zudem die Diffusionsspannung U_D des Überganges. Für die Berechnung darf $n_i = 1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ angenommen werden.

Aufgabe 3 (*Raumladungszone*)

(2 Pt)

Gegeben ist ein Hetero pn-Übergang aus n-ZnO und p-CuGaSe₂. Die Dielektrizitätskonstante sind gegeben durch $\epsilon(\text{CuGaSe}_2)=11$ und $\epsilon(\text{ZnO})=2.1$. Die Breiten der Raumladungszonen sind $x_p=135 \text{ nm}$ und $x_n=3.38 \text{ nm}$. Die Diffusionsspannungen haben die Werte $U_n=0.1 \text{ V}$ und $U_p=0.75 \text{ V}$. Berechnen Sie die Dotierungskonzentration in beiden Materialien.

Aufgabe 4 (*Breite der Raumladungszone*)

(3 Pt)

Gegeben sei ein pn-Übergang im thermischen Gleichgewicht. Die Ladungsverteilung hat die Form $\rho = -N_A$ für $x \in [-w_p, 0]$ und $\rho = N_D$ für $x \in [0, w_n]$. In der Vorlesung wurden die Gleichungen für das Potential als Funktion der Position im pn-Übergang hergeleitet.

$$\begin{aligned} [-x_p, 0] : & \quad \Phi(x) = \frac{qN_A}{\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{x^2}{2} + x \cdot x_p \right), \\ [0, x_n] : & \quad \Phi(x) = \frac{-qN_D}{\epsilon\epsilon_0} \left(\frac{x^2}{2} - x \cdot x_n \right). \end{aligned}$$

Zeigen Sie nun mit Hilfe dieser Gleichungen, dass die Breite der Raumladungszone durch

$$W = \sqrt{\frac{2\epsilon_r\epsilon_0}{q} U_D \left(\frac{1}{N_A} + \frac{1}{N_D} \right)}$$

gegeben ist.

Aufgabe 5 (*Kapazität eines pn-Überganges*)

(1 Pt)

Wir betrachten einen Silizium pn-Übergang mit $N_A = 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ und $N_D = 1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Die Ladungsverteilung hat die Form $\rho = -N_A$ für $x \in [-w_p, 0]$ und $\rho = N_D$ für $x \in [0, w_n]$. Berechnen Sie die Kapazität des Überganges $C = \varepsilon\varepsilon_0 A/W$ falls keine externe Spannung angelegt wird ($\varepsilon_{Si} = 12$). Die Fläche A der Diode betrage $1 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$.