

Lösungen zu Kapitel 3:

Aufgabe 3.1: Ladungsträger im Halbleiter

- a) Einsetzen in Gleichung (3.3): $n_i = 84 \cdot 10^{10} / \text{cm}^3$
- b) Ursache für den Diffusionsstrom ist ein Konzentrationsgefälle von Ladungsträgern; er wird unterstützt durch die thermische Bewegung des Gitters. Ursache des Feldstroms oder Driftstroms ist ein elektrisches Feld, das die geladenen Teilchen beschleunigt. Die Gitterbewegung verringert die Beweglichkeit der Ladungsträger und reduziert damit den Feldstrom.

Aufgabe 3.2: Ladungsträger im Halbleiter

- a) Elektronen strömen aufgrund des Konzentrationsgefälles als Diffusionsstrom vom n- ins p-Gebiet und hinterlassen im n-Gebiet positiv geladene Donatoratome. Sobald die Elektronen im p-Gebiet ankommen, fallen sie dort in die Löcher, wodurch ortsfeste negative Ladungen entstehen. Aufgrund der Raumladungen entsteht ein elektrisches Feld, das Elektronen als Feldstrom wieder zurück ins n-Gebiet treibt. Nach einer Weile stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Diffusions- und Feldstrom ein, so dass eine Raumladungszone entstanden ist.
- b) Siehe Bild 3.16.
- c) $U_D = 0,865 \text{ V}$

Aufgabe 3.3: Lichtabsorption in Halbleitern

- a) Bei der Eindringtiefe $x = x_E$ ist die Anfangs-Bestrahlungsstärke E_1 auf E_1/e abgefallen. Daher gilt:

$$E(x = x_E) = E_1 \cdot e^{-\alpha \cdot x_E} = E_1 / e = E_1 \cdot e^{-1} \Rightarrow -\alpha \cdot x_E = -1 \Rightarrow x_E = \frac{1}{\alpha}$$

- b) Mit Gleichung (3.1) und (3.2) folgt: $W_{\text{ph}} = 2,21 \text{ eV}$
- c) Abgelesen aus Bild 3.22:
- c-Si: $\alpha(W_{\text{ph}} = 2,21 \text{ eV}) = 6 \cdot 10^3 / \text{cm} \Rightarrow X_E = 1/\alpha = 1,67 \mu\text{m}$
- a-Si: $\alpha(W_{\text{ph}} = 2,21 \text{ eV}) = 7 \cdot 10^4 / \text{cm} \Rightarrow X_E = 1/\alpha = 0,14 \mu\text{m}$

Aufgabe 3.4: Antireflexschichten

- a) $R = 0,413$
Von den einfallenden 500 W/m^2 werden 41,3 % reflektiert, also $E_R = 206,5 \text{ W/m}^2$.
- b) Optimaler Brechungsindex: $n_s = 2,145$;
Optimale Schichtdicke: $d = 69,9 \text{ nm} \approx 70 \text{ nm}$
- c) Schichtdicke: $d = 75 \text{ nm}$
Verbleibender Reflexionsfaktor: $R = 0,487 \% \approx 0,49 \%$