

**Hinweis:** Lösungsskizze (kurz, punktgerecht).

## Aufgabe 1: Begriffliche Grundlagen

- (a) Halbleiter: moderate Bandlücke, Leitfähigkeit zwischen Metall und Isolator, stark steuerbar (T, Dotierung, Feld). Metall:  $E_F$  im Band, hohe Trägerdichte, Dotierung kaum wirksam.
- (b)  $E_F$ : chemisches Potential der Elektronen; bestimmt Besetzung via  $f(E)$ . Im Gleichgewicht einheitlich im gesamten System.
- (c) Zentral: Steuerbarkeit der Leitfähigkeit ermöglicht Dioden/Transistoren/ICs.

## Aufgabe 2: Kristallstruktur und Bindung

- (a) Si: kovalente Bindung ( $sp^3$ ), periodische Struktur  $\Rightarrow$  Bandbildung durch Niveaupaltung.
- (b) Kristallin: Fernordnung; amorph: keine Fernordnung (mehr Defekt-/Tail-States, geringere Mobilität). Meist schlechtere elektronische Eigenschaften als einkristallin.
- (c) Koordinationszahl im Diamantgitter: 4.

## Aufgabe 3: Energiebänder

- (a) Bereich ohne erlaubte Zustände: Bandlücke/Bandgap.
- (b) Direkt:  $\Delta k \approx 0$ , Photon genügt; indirekt: zusätzlich Phonon für Impulserhaltung.
- (c) Si: indirekt  $\Rightarrow$  geringe Strahlungsrekombination; GaAs: direkt  $\Rightarrow$  effizient für LED/Lasers.

## Aufgabe 4: Intrinsische Ladungsträger

- (a) Intrinsisch: undotiert/chemisch rein; Träger entstehen thermisch.
- (b)  $n = p$ : jede thermisch angeregte Elektron-Erzeugung erzeugt ein Loch.
- (c)  $n_i$  steigt stark mit  $T$  (exponentiell dominiert durch  $e^{-E_g/2k_B T}$ ).
- (d) Abhängig u. a. von:  $E_g$ ,  $T$ ,  $m_n^*$ ,  $m_p^*$  (über  $N_C, N_V$ ).

## Aufgabe 5: Dotierung

- (a) Donatoren: Niveau nahe  $E_C$ , liefern  $e^-$  (n-Typ). Akzeptoren: Niveau nahe  $E_V$ , erzeugen Löcher (p-Typ).
- (b) Donator-dotiert: Elektronen Mehrheitsträger.
- (c) Volle Ionisation: nahezu alle Dotieratome ionisiert  $\Rightarrow N_D^+ \approx N_D$ ,  $N_A^- \approx N_A$ .
- (d) n-Dotierung:  $E_F$  nach oben Richtung  $E_C$ .

## Aufgabe 6: p–n-Übergang

- (a) Direkt nach Kontakt: Diffusion von Mehrheitsträgern; Raumladung durch freigelegte Ionen.
- (b)  $V_{bi}$ : Gleichgewichtspotentialbarriere, bestimmt durch  $N_A, N_D, n_i, T$ .
- (c) Vorwärts: Barriere kleiner,  $W$  kleiner. Rückwärts: Barriere größer,  $W$  größer.
- (d) Gleichgewicht: Drift = Diffusion, Netto-Strom = 0.