

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

## Aufgabe 1: Grundlagen und Energiebegriffe

- (a) Bandlücke:  $E_g = E_C - E_V$ , bestimmt thermische Anregung und Leitfähigkeit; große  $E_g \Rightarrow$  wenige Träger.
- (b) Intrinsische Leitfähigkeit steigt mit  $T$ , da  $n_i$  stark (exponentiell) steigt und Mobilitätsabnahme meist überkompensiert.

## Aufgabe 2: Kristallstruktur und Bindung

- (a) Kristallin: Fernordnung; amorph: keine Fernordnung.
- (b) Periodizität  $\Rightarrow$  Bloch-Zustände  $\Rightarrow$  Bandbildung; ohne Periodizität keine "scharfen" Bänder.
- (c) Si-Struktur: Diamantgitter.

## Aufgabe 3: Energiebänder und Ladungsträger

- (a) Loch: unbesetzter Zustand im Valenzband; Bewegung vieler Elektronen entspricht effektiv einem positiven Quasiteilchen.
- (b) Elektronenleitung: Transport durch  $e^-$  im Leitungsband. Lochleitung: Transport durch Löcher im Valenzband.
- (c) Elektronen bewegen sich im Leitungsband; Löcher im Valenzband.

## Aufgabe 4: Intrinsische Halbleiter

- (a) Intrinsisch: undotiert, Träger nur thermisch generiert.
- (b)  $n = p$ : jede Generation erzeugt Paar  $e^- + \text{Loch}$ .
- (c) Größere  $E_g \Rightarrow$  kleinere  $n_i$  (exponentiell), da Anregung über  $E_g$  schwieriger.
- (d) Abhängig z. B. von  $T$ ,  $E_g$ ,  $m^*$  (über  $N_C, N_V$ ).

## Aufgabe 5: Dotierung und Fermiiveau

- (a) Dotierung: Einbringen von Donatoren/Akzeptoren zur Einstellung von  $n, p, E_F, \sigma$ .
- (b) n-Dotierung: Donatoren  $\Rightarrow e^-$  Mehrheit. p-Dotierung: Akzeptoren  $\Rightarrow$  Löcher Mehrheit.
- (c) n-Dotierung:  $E_F$  nach oben Richtung  $E_C$ .
- (d)  $np = n_i^2$  gilt im Gleichgewicht (nicht-degeneriert) unabhängig von Dotierung; Dotierung ändert  $n$  und  $p$  einzeln, Produkt bleibt  $n_i^2$ .

## Aufgabe 6: p–n-Übergang

- (a) Raumladungszone: Diffusion hinterlässt fest ionisierte Dotierstoffe  $\Rightarrow$  Feld entsteht.
- (b)  $V_{bi}$ : eingebaute Potentialbarriere; resultiert aus Fermiiveau-Angleichung; hängt von  $N_A, N_D, n_i, T$  ab.
- (c) Vorwärtsbias: Barriere runter  $\Rightarrow W$  kleiner.
- (d) Gleichrichtung: Vorwärts erleichtert Injektion (Barriere kleiner), Rückwärts unterdrückt (Barriere größer)  $\Rightarrow$  asymmetrischer Strom.