

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 Niveaufenspaltung.
- (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.