

Mikroelektronik 1

Beispielklausur II (mittel)

Autor:innen:

Ismail Gemaledin, Iusuf Gemaledin

Universität:

Universität Stuttgart

Modul:

Mikroelektronik 1

Stoffumfang:

Kapitel 1–7

Bearbeitungszeit:

90 Minuten

Gesamtpunkte:

100 Punkte

Hilfsmittel:

1 handschriftliches DIN-A4-Blatt (beidseitig), Taschenrechner

Hinweise

- Rechenwege müssen nachvollziehbar dargestellt werden.
- Verwenden Sie klare physikalische Argumente.
- Treffen Sie sinnvolle Näherungen (z. B. volle Ionisation), und nennen Sie diese explizit.

Wichtige Beziehungen

- $n = N_C \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{k_B T}\right)$
- $p = N_V \exp\left(-\frac{E_F - E_V}{k_B T}\right)$
- $np = n_i^2$
- $\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$

Aufgabe 1: Bandstruktur und Statistik

[15 P]

- (a) Erklären Sie den Unterschied zwischen Fermi–Dirac–Statistik und Boltzmann–Näherung. [6 P]
- (b) Unter welchen Bedingungen ist die Boltzmann–Näherung für Halbleiter gültig? [5 P]
- (c) Warum ist das Ferminiveau im thermischen Gleichgewicht ortsunabhängig? [4 P]

Aufgabe 2: Effektive Masse und Zustandsdichte

[15 P]

- (a) Definieren Sie die effektive Masse m^* über die Krümmung der $E(k)$ -Relation. [6 P]
- (b) Welche physikalische Bedeutung hat eine große effektive Masse? [5 P]
- (c) Erklären Sie qualitativ, warum die Zustandsdichte vom effektiven Massenwert abhängt. [4 P]

Aufgabe 3: Intrinsische Halbleiter

[20 P]

- (a) Schreiben Sie die Ausdrücke für n und p im nicht-degenerierten Fall auf. [6 P]
- (b) Leiten Sie das Massenwirkungsgesetz $np = n_i^2$ her. [6 P]
- (c) Erklären Sie, warum die intrinsische Ladungsträgerkonzentration eine starke Temperaturabhängigkeit zeigt. [5 P]
- (d) Welche Rolle spielt die Bandlücke E_g dabei? [3 P]

Aufgabe 4: Dotierte Halbleiter

[20 P]

Ein Siliziumkristall sei bei $T = 300\text{ K}$ mit $N_D = 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ dotiert. Es gelte $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. Volle Ionisation wird angenommen.

- (a) Schreiben Sie die Ladungsneutralitätsbedingung auf. [5 P]
- (b) Bestimmen Sie Elektronen- und Lochkonzentration. [8 P]

(c) Überprüfen Sie, ob der Halbleiter nicht-degeneriert ist. [4 P]

(d) Beschreiben Sie qualitativ die Lage des Ferminiveaus. [3 P]

Aufgabe 5: Transport

[15 P]

(a) Schreiben Sie die Driftstromdichte für Elektronen auf und erklären Sie jedes Symbol. [6 P]

(b) Erklären Sie den physikalischen Ursprung der Diffusion. [5 P]

(c) Unter welchen Voraussetzungen gilt die Einstein-Relation? [4 P]

Aufgabe 6: p–n-Übergang

[15 P]

(a) Beschreiben Sie qualitativ die Entstehung der Raumladungszone. [5 P]

(b) Leiten Sie die Gleichung für die eingebaute Spannung V_{bi} her. [6 P]

(c) Wie ändern sich Verarmungszonenbreite und Sperrsichtkapazität bei Rückwärtsspannung?
[4 P]

Zeitaufteilung (Empfehlung)

- Aufgaben 1–2: ca. 25 Minuten
- Aufgaben 3–4: ca. 40 Minuten
- Aufgaben 5–6: ca. 25 Minuten

Gesamtpunktzahl: 100 Punkte