Formelsammlung - Halbleiter und Nanotechnologie, Prof. Förster

Christoph Hansen

chris@university-material.de

Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den Emailkontakt.

Inhaltsverzeichnis

Aus Übung 5 2

Aus Übung 6 2

Aus Übung 7 3

Aus Übung 8 4

Aus Übung 9 4

Ich habe keine Formeln aus vorigen Übungen inkludiert, da diese recht gut im Skript zusammengefasst sind.

Aus Übung 5

Zustandsdichten im k-Raum:

$$D(k)\,\mathrm{d}k = \frac{\pi k^2}{\pi^3}\,\mathrm{d}k$$

Zustandsdichte im Energieraum:

$$D(E)\,\mathrm{d}E = \frac{4\pi \cdot (2m)^{3/2)} \cdot \sqrt{E}}{h^3}$$

Dichte der Zustände:

$$n = \int D(E)\,\mathrm{d}E$$

Wahrscheinlichkeit eines besetzten Elektronenzustandes

$$f_h(E) = \frac{1}{1 + e^{\frac{E-E_F}{kT}}}$$

Aus Übung 6

Zustandsdichte

$$D(E) = \frac{\mathrm{d}N}{\mathrm{d}E} = \frac{1}{2\pi^2} \cdot \left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{E} \cdot V$$

Elektronendichte

$$n = \frac{N}{V}$$

Fermienergie

$$E_F = \left(3\pi^2\right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\hbar^2}{2m} \cdot n^{\frac{2}{3}} = \frac{E_C - E_V}{2} + \frac{3kT}{4} \cdot \ln\left(\frac{m_h*}{m_e*}\right)$$

Fermitemperatur

$$T_F = \frac{E_F}{k}$$

Innere Energie von Fermigas

$$U = \frac{3}{5} \cdot N \cdot E_F$$

Teilchendruck

$$P = \frac{\partial U}{\partial V} = \frac{2}{5} \cdot n \cdot E_F$$

Zustanddichte der Elektronen

$$N_C = 2 \cdot \left(\frac{kT}{2\pi\hbar} \right)^{3/2} \cdot m*_e^{3/2}$$

Zustanddichte der Löcher

$$N_V = 2 \cdot \left(\frac{kT}{2\pi\hbar} \right)^{3/2} \cdot m*_h^{3/2}$$

Teilchenenergie (masseabhängig)

$$E = \frac{\hbar^2 \cdot k^2}{2m^*}$$

Aus Übung 7

Besetzungsdichte bei einem dotierten Halbleiter

$$n_d = N_d \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{2} e^{\frac{E - E_F}{kT}}}$$

Zustandsdichte N_c

$$N_c = 2 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot m^* \cdot kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}}$$

die Elektronenkonzentration dazu ist dann

$$n = N_c \cdot e^{-\frac{E_c - E_F}{kT}}$$

Raumladungsweite bei einem Schottky-Kontakt

$$w = \sqrt{\frac{2 \cdot \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot (V_{bi} + V_R)}{e \cdot N_d}}$$ Dabei ist V_R die Gatespannung mit - am Gate

Die Kapazität

$$C' = \frac{C}{A} = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{w} = \sqrt{\frac{e \cdot N_d \cdot \epsilon_0 \epsilon_r}{(V_{bi} + V_R)^2}}$$

Aus Übung 8

Sättigungsstromdichte:

$$j_s = A \cdot T^2 \cdot e^{-e \cdot \frac{\phi_{SB} - \Delta\phi}{kT}}$$

Widerstand:

$$R = \frac{l\phi}{A} = \frac{l}{n \cdot e \cdot \mu \cdot A}$$

Der y-Achsen Abschnitt bei einer Transmissionslinie ist $2R_C$. Es gilt weiter:

$$l_0 = 2 \cdot \frac{R_s}{r_s} \cdot l_T \approx 2 \cdot l_T$$

effektive Kontaktfläche:

$$A_{eff} = A \cdot l_T$$

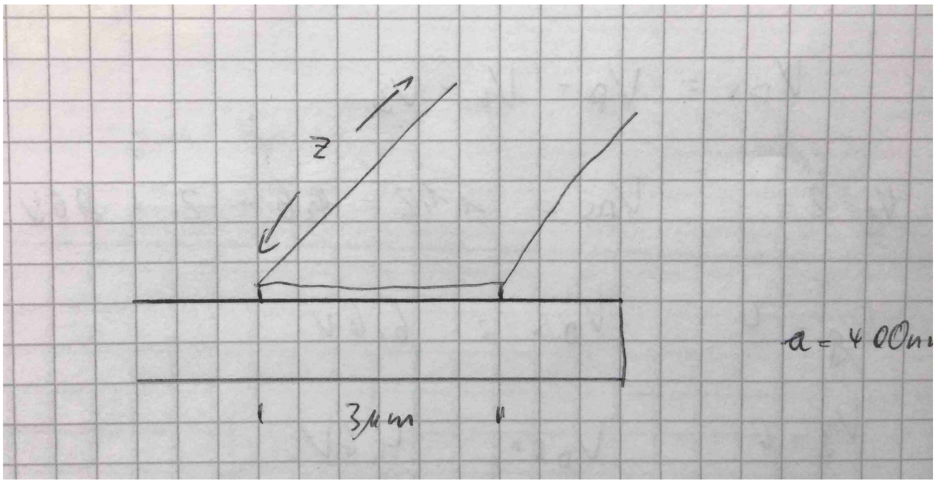
spezifischer Kontakwiderstand:

$$\rho_e = R_c \cdot A$$

Schottky Barriere

$$\phi_{SB} = V_{bi} + \phi_n$$

Aus Übung 9



Pinch-Off Spannung

$$V_P = \frac{a^2 \cdot e \cdot N_d}{2 \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$$

Pinch-Off Strom

$$I_P = \frac{z \cdot \mu \cdot q^2 \cdot N_d^2 \cdot a^3}{6 \cdot \epsilon_0 \epsilon_r \cdot L}$$

Sättigungsstrom

$$I_S = I_P \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(V_P - V_g - V_{bi}\right)}{V_P} - \frac{2 \cdot \left(V_P^{3/2} - \left(V_g - V_{bi}\right)^{3/2}\right)}{V_P^{3/2}} \right]$$

Drain-Spannung

$$V_{DS} = V_P - V_{bi} - V_g$$

Steilheit

$$g_m = I_P \cdot \left[\frac{-3}{V_P} + \frac{3 \cdot \sqrt{V_g + V_{bi}}}{V_P^{3/2}} \right]$$