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

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

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

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:

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

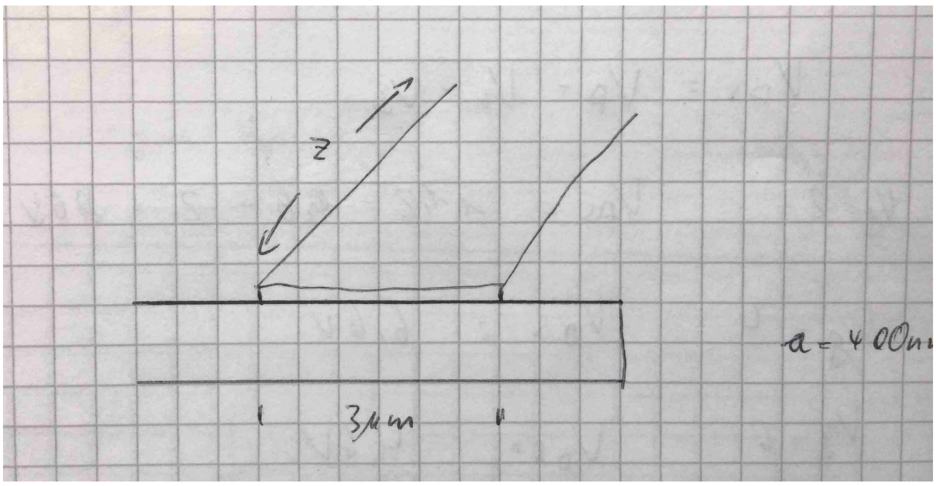
spezifischer Kontakwiderstand:

$$\rho_e = R_c \cdot A$$

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

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