

Übungsblatt 10

Besprechung am 14. Januar 2010

Aufgabe 1

Die Ladungsträgerdichte im Leitungsband eines reinen Silizium-Halbleiters bei einer Temperatur von 300 K beträgt $6,6 \cdot 10^9 \text{ 1/cm}^3$. Ermitteln Sie die Energie der Bandlücke und die Lage des Fermi-Niveaus bei dieser Temperatur. Die effektiven Massen der Elektronen bzw. der Löcher sind $m_e^* = 1,08 \cdot m_e$ und $m_p^* = 0,59 \cdot m_p$.

Aufgabe 2

Die Temperaturabhängigkeit der Beweglichkeit von Elektronen in einem Halbleiter sei durch das folgende Modell beschrieben: Die Elektronen besitzen die Geschwindigkeitsverteilung eines klassischen idealen Gases (Maxwell-Boltzmann-Verteilung). Die Streuung der Elektronen erfolge bei hohen Temperaturen an Phononen und bei tiefen Temperaturen an einfach ionisierten Donator-Störstellen (Annahme: Rutherford-Streuung). Diskutieren Sie die Temperaturabhängigkeit der Elektronen-Beweglichkeit $\mu(T)$.

Aufgabe 3

- a) Die Energie der Coulomb-Wechselwirkung zwischen zwei Elektronen in einem doppelt besetzten Donator-Niveau sei Δ . Zeigen Sie, dass bei der Annahme von $2E_D + \Delta$ für die Energie eines doppelt besetzten Donator-Niveaus die Gleichung

$$n_D = N_D \cdot \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot e^{(E_D - \mu)/k_B T} + 1} , \quad (1)$$

die gültig ist für die Dichte der Donator-Elektronen bei einfacher Besetzung jedes Donator-Niveaus, ersetzt werden muss durch

$$n_D = N_D \cdot \frac{1 + e^{-(E_D - \mu + \Delta)/k_B T}}{\frac{1}{2} \cdot e^{(E_D - \mu)/k_B T} + 1 + \frac{1}{2} \cdot e^{-(E_D - \mu + \Delta)/k_B T}} . \quad (2)$$

N_D ist die Dichte der Donatoren.

- b) Zeigen Sie, dass für $\Delta \rightarrow \infty$ (2) in (1) übergeht, und dass für $\Delta \rightarrow 0$ (2) zur erwarteten Gleichung unabhängiger Elektronen übergeht.