

## 7. Übungsserie Festkörperphysik

18. Die Donatorkonzentration einer Arsen-dotierten Silizium-Probe beträgt  $N_D = 1,75 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ . Die Elektronenbeweglichkeit bei 300 K beträgt  $\mu_e = 1500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  und die effektive Masse ist  $m_e^* = 1,08 m_e$ .

a) Berechnen Sie die Relaxationszeit  $\tau$ , die mittlere Driftgeschwindigkeit  $\bar{v}$  sowie die mittlere freie Weglänge  $\bar{l}$  der Elektronen im Leitungsband bei 300 K! Gehen Sie bei der Berechnung der mittleren Driftgeschwindigkeit von der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilung der

Moleküle eines idealen Gases  $\bar{v} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{2k_B T}{m_n^*}}$  aus, die im Fall von nichtentarteten

Halbleitern erfolgreich angewendet werden kann.

b) Welche Leitfähigkeit  $\sigma$  ergibt sich im Fall der Störstellenerschöpfung für dieses Material?

c) Wie groß ist die Hallkonstante des Materials  $R_H$  für diesen Fall?

d) Wie dick muß der Halbleiterkristall sein, um ihn zur Messung des Erdmagnetfeldes ( $B_Z \approx 40 \mu\text{T}$ ) einsetzen zu können, wenn die Stromstärke 1 mA nicht überschreiten soll und die nachzuweisende Hallspannung 1  $\mu\text{V}$  beträgt?

19. Ein Silizium – Einkristall ohne Dotierung hat eine Energielücke  $E_g = 1,1 \text{ eV}$ , die effektive Masse für die Elektronen im Leitungsband betrage  $m_e^* = 0,59 m_e$  und die effektive Masse für die Defektelektronen (Löcher) betrage  $m_p^* = 1,08 m_e$ .

a) Wie groß ist die Inversionsdichte  $n_i$  dieses Silizium - Einkristalls (rein intrinsische Leitfähigkeit) bei 300 K?

b) Wo liegt bei dieser Temperatur die Fermi-Energie ( $E_V = 0 \text{ eV}$ )

c) Wie verändert sich die die Konzentration der Elektronen im Leitungsband bei  $T_1 = 300 \text{ K}$  im Vergleich zu  $T_2 = 30 \text{ K}$ , wenn der Si-Einkristall mit Arsen ( $N_D = 5,0 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$ ,  $\Delta E = (E_L - E_D) = 0,049 \text{ eV}$ ) dotiert wird? Zur Vereinfachung soll angenommen werden, dass sich die Fermi-Energie bei beiden Temperaturen bei  $E_F = \frac{1}{2} (E_L + E_D)$  befindet!

Abgabetermin: Freitag (Vorlesung) 12.06.2009