

## Halbleiter Bandlücke (Sperrstrom)

Der Sperrstrom (Strom ohne Beleuchtung in Sperrrichtung  $U < 0V$ , auch "Leckstrom") hängt von der temperaturabhängigen Besetzungswahrscheinlichkeit der Ladungsträger im Leitungs- bzw. Valenzband ab. Für eine Silizium-Diode sei ein typischer Leckstrom von  $I_0(\text{Si}) = 50\text{nA}$  bei Raumtemperatur  $T_1 = 20^\circ\text{C}$  angenommen. Berechnen Sie den Leckstrom, den Sie für eine gleich große Diamant-Diode erhalten, wenn Sie diese bei einer Temperatur  $T_2 = 500^\circ\text{C}$  betreiben.

### Lösung

Der Sperrstrom ist von der Besetzungswahrscheinlichkeit der Elektronen abhängig. Diese ist mit der Fermi-Dirac-Verteilung angegeben, welche vom Boltzmann-Faktor  $e^{-\frac{E_G}{kT}}$  abhängt.

$$I_0 \sim e^{-\frac{E_G}{kT}}$$

$$\frac{I_0(\text{D})}{I_0(\text{Si})} = \frac{e^{-\frac{E_G(\text{D})}{kT_2}}}{e^{-\frac{E_G(\text{Si})}{kT_1}}} = e^{-\frac{E_D}{kT_2} + \frac{E_{\text{Si}}}{kT_1}} = 5,2 \cdot 10^{-17} = K$$

$$\begin{aligned} I_0(\text{Diamant}, 500^\circ\text{C}) &= K \cdot I_0(\text{Si}, 20^\circ\text{C}) \\ &= 5,2 \cdot 10^{-17} \cdot 50 \text{ nA} \\ &= \underline{\underline{2,6 \cdot 10^{-24} \text{ A}}} \end{aligned}$$

Diamant ist also selbst bei sehr hohen Temperaturen ein recht guter Isolator.

Ersetzt man in Halbleiterchips Si durch Diamant, könnte man diese in Umgebung mit hohen Temperaturen einsetzen, wo Si aufgrund des hohen Leckstroms versagt (z.B. als Sensor-Chip in der Verbrennungskammer eines Motors, oder auch anderen, für Si ungeeigneten Umgebungen wie organischem/ätzenden Material) einsetzen. Die Herausforderung liegt heute in der p-Dotierung von Diamant, um geeignete, energetisch nicht zu tief liegende Akzeptor-Niveaus zu bekommen. Die n-Dotierung klappt recht gut.