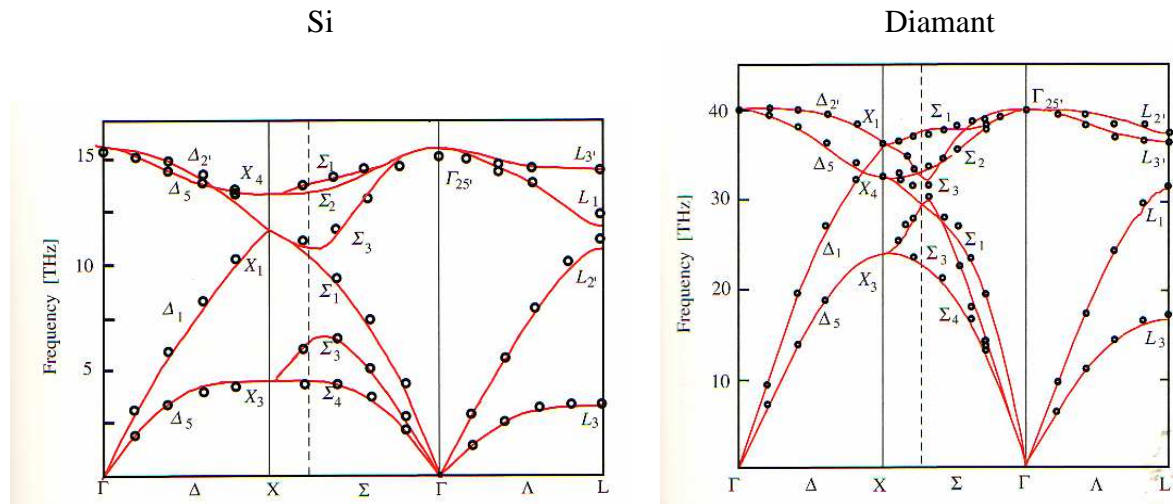


Übungen zur Vorlesung Halbleiterphysik

Übungsblatt 5 vom 27.05.2013

Aufgabe 1: Schallgeschwindigkeiten in Silizium und Diamant



Die beiden Diagramme oben zeigen die Phonondispersionsrelationen von Silizium und Diamant. Bestimmen Sie für beide Materialien die Schallgeschwindigkeit für Kompressions- und Scherschallwellen. Benutzen Sie die Ergebnisse von Übungsblatt 2 für die Abmessungen in der Brillouin-Zone und 534 pm bzw. 356 pm für die kubische Gitterkonstante von Silizium bzw. Diamant.

Aufgabe 2: Abschätzung von Phononenamplituden

Auch quantenmechanisch gilt für die Phononenmoden der klassische Gleichverteilungssatz für die Energieformen: $\langle E_{\text{pot}} \rangle = \langle E_{\text{kin}} \rangle$. Benutzen Sie diese Gleichung, um eine Abschätzung für die mittlere Schwingungsamplitude $\sqrt{\langle x^2 \rangle}$ der Gitteratome bei Raumtemperatur $T_R = 290 \text{ K}$ um ihre Ruhelage herum zu gewinnen, welche mit den optischen Phononen von Si bzw. von Diamant am Γ -Punkt verbunden sind. Bei dieser Gittermode schwingen die beiden fcc-Untergitter, die zu den beiden unterschiedlichen Basisatomen der Kristallstruktur gehören, starr gegeneinander. Sie können deswegen für die reduzierte Masse der Phononenmoden jeweils die halbe Atommasse annehmen.

Si schmilzt bei 1687 K. Welchen Wert erhalten Sie bei dieser Temperatur für $\sqrt{\langle x^2 \rangle}$?

(Zahlenwerte: $hc = 1240 \text{ nm eV}$, $M_{\text{Si}}c^2 = 28 \cdot 1840 \cdot 511 \text{ keV}$, $M_{\text{C}}c^2 = 12 \cdot 1840 \cdot 511 \text{ keV}$, $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$, $k_B T_R = 25 \text{ meV}$.)