

Übungen zur Vorlesung  
**Halbleiterphysik**

Übungsblatt 9 vom 24.06.2013

Aufgabe 1: Störstellenerschöpfung

Bei dotierten Halbleitern sättigt sich die Ladungsträgerdichte mit steigender Temperatur auf einen konstanten Wert. Dieses Phänomen wird als Störstellenerschöpfung bezeichnet und setzt in etwa bei der Temperatur  $T_S$  ein, bei der das Fermi-niveau mit der (Grundzustands-) Energie  $E_D$  des Dotierniveaus übereinstimmt. Betrachten Sie im folgenden Silizium, das (i) mit der sehr flachen Störstelle Li ( $E_C - E_D = 33$  meV) und (ii) mit dem vergleichsweise tiefen Donator As ( $E_C - E_D = 46$  meV) dotiert ist. Nehmen Sie für die effektive Leitungsbandzustandsdichte von Silizium bei Raumtemperatur den Wert  $N_C(T_R) = 1,0 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  an!

- Stellen Sie eine Bilanzgleichung für die Ladungsneutralität auf und berechnen Sie die Übergangstemperatur  $T_S$  für mit Lithium- und Arsen dotiertes Silizium, jeweils für eine Donatorkonzentration von  $10^{16}$  und  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  ohne kompensierende tiefe Störstellen! ( $T_R = 290$  K und  $k_B T_R = 25$  meV)
- Um wie viel Kelvin steigt oder fällt die Übergangstemperatur  $T_S$  für As und  $n_D = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ , wenn zusätzlich kompensierende tiefe Störstellen mit einer Konzentration von  $n_A = 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  vorhanden sind?
- Berechnen Sie den Schichtwiderstand bei Raumtemperatur für eine  $0,5 \mu\text{m}$  dicke, mit (i)  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$  und (ii)  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  Arsenatomen dotierte Siliziumschicht bei Raumtemperatur! (keine Kompensation durch tiefe Störstellen.) Benutzen Sie die entsprechende Graphik auf der web-Seite der VL für die Beweglichkeit der Elektronen! (Elementarladung:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  As.)

Aufgabe 2: Transport in Halbleiterschichten.

Die in Aufgabe 1 c) diskutierten Siliziumschichten werden mit zwei koplanaren, kreisförmigen Kontakten mit einem Radius von  $500 \mu\text{m}$  versehen, deren Zentren einen Abstand von  $3 \text{ mm}$  besitzen. Die Kontakte mögen sich in der Mitte der jeweiligen Schicht befinden und deren Abmessungen sollen groß gegenüber dem Kontaktabstand sein.

Berechnen Sie den Widerstand, den Sie bei Raumtemperatur zwischen diesen beiden Kontakten messen!