

Übungsblatt 8

Aufgabe 1) pn-Diode

Eine ideale, lange pn-Siliziumdiode ist auf der n-Seite ($x \geq 0 \mu\text{m}$) mit $n_D = 10^{18} \text{cm}^{-3}$, auf der p-Seite mit $n_A = 5 \cdot 10^{18} \text{cm}^{-3}$ mit abruptem Übergang bei $x=0 \mu\text{m}$ dotiert. Die Eigenleitungsträgerdichte beträgt $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{cm}^{-3}$, die Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r = 12$, die Minoritätsträgerlebensdauern sind $\tau_n = \tau_p = 1 \mu\text{s}$, die Diffusionskonstanten betragen $D_n = 23 \text{cm}^2\text{s}^{-1}$ und $D_p = 12 \text{cm}^2\text{s}^{-1}$. Führen Sie alle Rechnungen in eindimensionaler Näherung bei $T = 300\text{K}$ unter der Annahme von Störstellenerschöpfung durch.

- Berechnen Sie Diffusionsspannung U_D und die Gesamtlänge l der RLZ ohne angelegte Spannung. Nehmen Sie hier Schottky-Näherung an.
- Die Diode wird nun mit einer Durchlass-Spannung von $U = 0,61\text{V}$ betrieben. Berechnen Sie die Minoritätsträgerdichten an den Rändern der Raumladungszone. Skizzieren Sie den Verlauf der Minoritätsträgerdichten außerhalb der RLZ.
- Berechnen Sie die Position $x_{n,BG}$, bei der im n-dotierten Teil der Diode das n-Bahngebiet beginnt. Der Beginn des Bahngebietes ist so definiert, dass die Überschuss-Minoritätsträgerdichte p' an dieser Position genau den Wert der ungestörten Minoritätsträgerdichte p_{n0} annimmt. Vergleichen Sie die Länge des Diffusionsgebiets mit der Länge der RLZ.
- Berechnen Sie die stationäre Löcherverteilung p_n als Funktion von x in der RLZ des n-Gebietes. Nehmen Sie an, dass das Quasi-Fermi-Niveau W_{Fn} für Elektronen in der RLZ konstant ist und verwenden Sie den in der Vorlesung hergeleiteten Verlauf des Potentials $\phi(x)$. Erläutern Sie, wie dieses Ergebnis mit den Annahmen der Schottky-Näherung in Einklang zu bringen ist.
- Skizzieren Sie die Elektronen- und Löcherdichten als Funktion des Ortes x über das gesamte Bauteil für die folgenden Fälle:
 - Ohne externe angelegte Spannung $U = 0$.
 - Für eine extern angelegte Durchlassspannung $U > 0$, wobei $U < U_D$
 - Für eine extern angelegte Sperrspannung $U < 0$.Verwenden Sie für die Ordinate einen logarithmischen Maßstab.
- Berechnen Sie die Löcherstromdichte und die Elektronenstromdichte bei $x = 30 \mu\text{m}$ für den in Aufgabenteil b) angegebenen Vorwärtsbetrieb.

Bitte wenden →

Aufgabe 2) Zenerdiode

Bei pn-Übergängen in Silizium ($n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\epsilon_r = 12$) kommt es typischerweise bei Feldstärken von ca. $5 \cdot 10^5 \text{ V/cm}$ zu einem Zenerdurchbruch. Im Folgenden soll ein pn-Übergang in Silizium betrachtet werden mit den Dotierungsdichten $n_A = 1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ und $n_D = 3 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$.

- Berechnen Sie die Durchbruchspannung des Bauteils bei Raumtemperatur $T = 300\text{K}$.
- Kommt es bei dieser Spannung tatsächlich zu einem Zenerdurchbruch und nicht etwa zu einem Lawinendurchbruch? Begründen Sie Ihre Antwort mit Fig. 2.

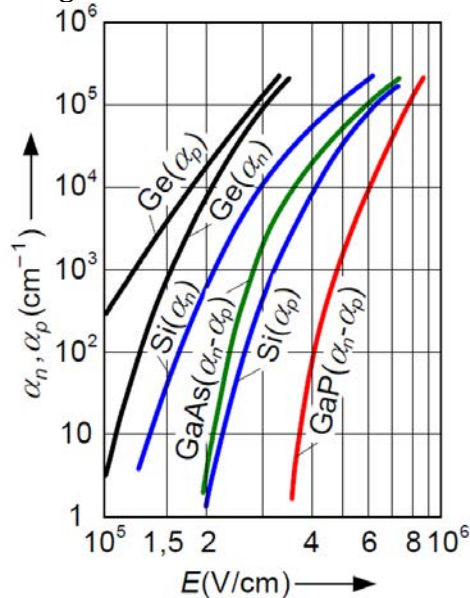


Fig. 2: Gemessene Ionisationskoeffizienten für Lawinenmultiplikation als Funktion der Feldstärke.
(aus Müller, R.: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Springer, 1984)