

Halbleiterbauelemente

Übungsserie 5: *PN-Diode II*

Abgabe: 2. Mai 2011 in der Übung

13. April 2011

Aufgabe 1: Gegeben sei ein abrupter pn-Übergang mit $N_A = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ und $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. Die Sperrspannung beträgt 0.6 V. Rechnen Sie mit folgenden Werten: $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $V_t = 0.026 \text{ V}$, $\epsilon_{Si} = 11.9$.

1. Berechnen Sie das eingebaute Potential.
2. Berechnen Sie die Ausdehnung der Raumladungszone auf der n-Seite und auf der p-Seite. Verwenden Sie dazu die allgemeingültigen Formeln.
3. Die eine Seite ist viel stärker dotiert als die andere. Wie nennt man diesen Spezialfall? Es gibt vereinfachte Formeln für die Ausdehnung der Raumladungszone auf den beiden Seiten. Vergleichen Sie die Resultate, die man mit den vereinfachten Formeln erhält, mit den Resultaten, die man mit den allgemeingültigen Formeln erhält.
4. Leiten Sie die in der vorhergehenden Teilaufgabe verwendeten Formeln für den Spezialfall von den Formeln für den allgemeinen Fall ab.
5. Leiten Sie den symmetrischen Spezialfall her.

Aufgabe 2: Wir betrachten eine Silizium-Diode mit folgenden Parametern (bei 300 K):

$N_A = N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$	$n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$
$D_n = 25 \text{ cm}^2/\text{s}$	$D_p = 10 \text{ cm}^2/\text{s}$
$\tau_{p0} = \tau_{n0} = 4.0 \times 10^{-7} \text{ s}$	

- a) Geben Sie zunächst die Ausdrücke für die Minoritäts-Überschussladungsverteilungen im n- und p-Bahngebiet an.

- b) Skizzieren Sie qualitativ die Majoritäts- und Minoritätsladungsträger-Stromdichten bei Flusspolung im Falle langer Bahngebiete im Vergleich zur Diffusionslänge der Ladungsträger.
- c) Wir nehmen nun eine Vorwärtsspannung von $0.5V$ an. Wie gross sind die Minoritäts-Diffusionsströme direkt an den Raumladungszonen-Grenzen? Wie gross ist folglich der Gesamtstrom über den pn-Übergang und wie gross die Sperrstromdichte J_s ?
- d) Berechnen Sie das elektrische Feld im weit entfernten Bahngebiet, welches für den Driftstrom der Majoritätsträger verantwortlich ist ($\mu_n = 1000cm^2/Vs$).
- e) Ihre Aufgabe ist es nun, durch geeignete Dotierkonzentrationen von p- und n-Gebiet eine Si-Diode zu entwerfen, die bei $0.8V$ Vorwärtsspannung einen Elektronenstrom von $j_n = 22A/cm^2$ und einen Löcherstrom von $j_p = 8A/cm^2$ aufweisen soll. Wie müssen Sie dotieren?