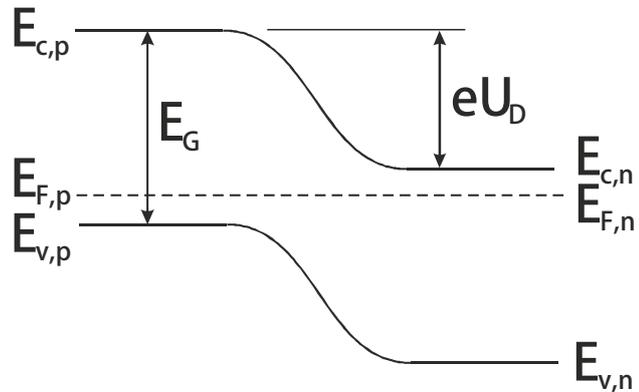


ÜBUNGSBLATT 10

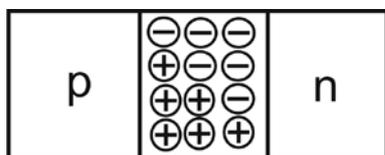
Beispiel 37 (pn-Übergang):

- (a) Nebenstehende Abbildung zeigt den Verlauf von Valenz- und Leitungsband an einem pn-Übergang. Im thermodynamischen Gleichgewicht kommt es zu einer "Verbiegung" der Bandkanten, sodass sich ein gemeinsames Fermi-Niveau für Elektronen und Löcher einstellt. Zeigen Sie, dass man durch Gleichsetzen der Fermi-Niveaus $E_{F,p}$ und $E_{F,n}$ für den p- bzw. n-Halbleiter folgenden Ausdruck für die Diffusionsspannung erhält: $U_D = U_T \ln(N_A N_D / n_i^2)$.

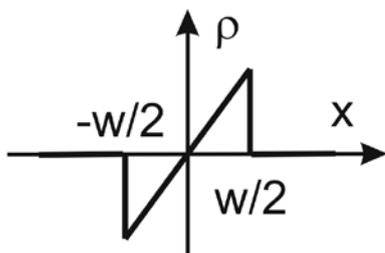


- (b) Skizzieren Sie für einen abrupten pn-Übergang den Verlauf der Raumladung, der elektrischen Feldstärke und des Potentials als Funktion des Ortes in der Umgebung der Grenzfläche (Raumladungszone)!
- (c) Berechnen Sie für einen abrupten pn-Übergang die Breite der Raumladungszone und die maximale Feldstärke aus der Diffusionsspannung!

Beispiel 38 (Linearer pn-Übergang):



Beim linearen pn-Übergang ändert sich der Verlauf der Raumladung gemäß $\rho = ax$ (a...Konstante) (siehe Abbildung).



- (a) Berechnen und skizzieren Sie für den linearen pn-Übergang den Verlauf der elektrischen Feldstärke und des Potentials als Funktion des Ortes in der Umgebung der Grenzfläche (Raumladungszone)!

- (b) Zeigen Sie, dass man folgenden Ausdruck für die Breite der Raumladungszone

erhält: $w = \sqrt[3]{\frac{12\epsilon U_D}{a}}$.

Beispiel 39 (pin-Diode):

Gegeben ist eine abrupte pin-Diode. Die Akzeptorkonzentration ist bekannt ($2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$). Die p-Schicht ist $1 \text{ } \mu\text{m}$ dick, die i-Schicht $0.1 \text{ } \mu\text{m}$ und die n-Schicht $3 \text{ } \mu\text{m}$. Weitere Angaben: $T = 300 \text{ K}$, $E_G = 1.12 \text{ eV}$, $\epsilon_r = 12$, $N_C = 5.1 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $N_V = 2.9 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$.

- Berechnen Sie die Donatorkonzentration, wenn die Diffusionsspannung 0.75 V beträgt.
- Berechnen Sie die Ausdehnung der Raumladungszone in das n- und p-Gebiet ohne äußere Spannung.
- Bei welcher von außen anzulegenden Spannung erreicht die Raumladungszone einen der Kontakte?
- Vergleichen Sie pin-Dioden mit herkömmlichen pn-Dioden hinsichtlich Spannungsfestigkeit und Sperrschichtkapazität.

Beispiel 40 (Varaktordiode):

Die Varaktordiode ist eine pn-Diode, deren innerer Aufbau speziell für die Anwendung als variable, spannungsgesteuerte Kapazität optimiert ist. In der Mikrowellentechnik wird oft eine p^+nn^+ Struktur verwendet. Die Raumladungszone einer Varaktordiode kann durch Anlegen einer Rückwärtsspannung kontrolliert in die n-Zone ausgedehnt werden. Die so erzielte Variation der Sperrschichtkapazität findet in vielen Bereichen Anwendung: Phasenschieber, durchstimmbare Filter, spannungsgesteuerte Oszillatoren, ...

Gegeben sei eine Germanium p^+nn^+ Varaktordiode:

$$N_A = 2 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}, N_{D1} = 3 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}, N_{D2} = 1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3};$$

Dicke der n-Schicht $D = 2 \text{ } \mu\text{m}$; Querschnittsfläche $A = 1 \text{ mm}^2$; $T = 300 \text{ K}$.

- Wie groß ist die Kapazität der Diode wenn keine äußere Spannung anliegt?
- Berechnen Sie den Verlauf der Kapazität $C(U)$ als Funktion der Sperrspannung U . Graphische Darstellung!
- In welchem Bereich kann die Kapazität variiert werden?
- Berechnen Sie die Varaktor-Sensitivität dC/dU bei $U = -1.5 \text{ V}$.