

4. Übung (Abgabe Di. 22. November 2011 zu Beginn der Vorlesung oder spätestens bis 16:00 im Briefkasten im Sekretariat bei Frau Badow)

13. Ionisation von Donatoren

Ein Halbleiter sei n -dotiert mit einer Donator-Konzentration von $n_D = 10^{13} \text{ cm}^{-3}$. Das Donator-Niveau befinde sich 1 meV unterhalb des Leitungsbandminimums E_c und die effektive Masse der Elektronen sei $m_e^* = 0.01 m_e$.

- Zeigen Sie, dass der Halbleiter bei $T = 4 \text{ K}$ im Bereich der Störstellenreserve liegt.
- Berechnen Sie die Leitungselektronen-Konzentration $n(T)$ bei $T = 4 \text{ K}$.
- Bestimmen Sie die Temperatur, bei welcher der Halbleiter in den Bereich der Störstellenerschöpfung kommt (*Hinweis: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.*)

(3 Punkte)

14. Eigenleitung und Leitfähigkeit im p -dotierten Halbleiter

Ein p -dotierter Halbleiter habe eine Bandlücke von $E_g = 1 \text{ eV}$. Elektronen und Löcher sollen eine effektive Masse gleich der freien Elektronenmasse m_e haben. Die Akzeptor-Konzentration sei $n_A = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ und das Akzeptor-Niveau liege 0.2 eV über dem Valenzbandmaximum.

- Man zeige, dass die Eigenleitung durch die intrinsischen Ladungsträger bei 300 K gegenüber der Akzeptor-Konzentration vernachlässigbar ist.
- Man berechne die Leitfähigkeit σ bei 300 K unter der Annahme einer Löcherbeweglichkeit von $\mu_p = 100 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Hinweis: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.

(4 Punkte)

15. Chemisches Potential im n -Halbleiter

Berechnen Sie explizit die Temperaturabhängigkeit des chemischen Potentials $\mu(T)$ im n -Halbleiter ($n_A = 0$). Diskutieren Sie das Resultat für den Fall der Störstellenreserve und der Störstellenerschöpfung.

Hinweis: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.

(4 Punkte)

16. Raumladungskapazität

Legt man eine äußere Spannung U an den p - n -Übergang an, so ändert sich gemäß Schottky-Modell die räumliche Ausdehnung der Raumladungszone (d_n , d_p). Zeigen Sie, dass dies gleichbedeutend ist mit einer Änderung der Kapazität der Raumladungszone [Raumladungskapazität $C_{RZ}(U)$]. Beachten Sie hierbei, dass eine spannungsabhängige Kapazität definiert ist über $C(U) = dQ(U)/dU$.

Hinweis: Siehe Online-Übungsblatt mit Hinweisen.

(4 Punkte)