

Übungsblatt 3 zu Bauelemente der Elektrotechnik

Hinweis:

Verwenden Sie zur Lösung der Aufgabe die Gleichungen, Tabellen und Graphen aus der Formelsammlung.

Aufgabe 1

In Abb. 1 sehen Sie den Verlauf der Elektronenkonzentration in einem mit Donatoren dotierten Halbleiter in Abhängigkeit von der Temperatur.

- a) Wie müsste der Verlauf Ladungsträgerkonzentration in Abb. 1 aussehen, wenn die Donatorenkonzentration
- (1) geringer
 - (2) höher
- als im dargestellten Fall ist. Zeichnen Sie beide Kurven in das Bild ein.

- b) Skizzieren Sie das Verhalten der Leitfähigkeit, passend zur Abb.1.

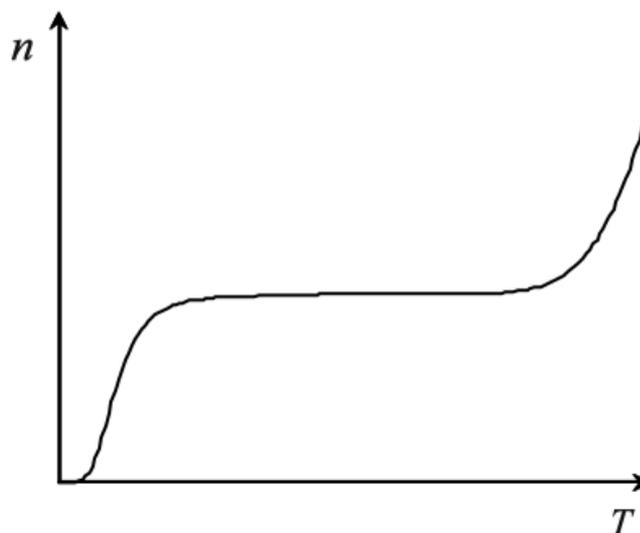


Abb. 1

Aufgabe 2

Welche Mechanismen der Generation und Rekombination sind Ihnen aus der Vorlesung bekannt? Beschreiben Sie jeweils den dominanten Mechanismus für einen direkten und einen indirekten Halbleiter und erläutern Sie kurz die Unterschiede.

Aufgabe 3

Eine Siliziumprobe ist mit Bor dotiert, die Konzentration beträgt 10^{14} cm^{-3} . Wie groß sind die Konzentrationen der Elektronen im Leitungsband und der Löcher im Valenzband

- a) bei 300 K,
- b) bei 500 K?

Begründen Sie Ihre Annahmen zur Ladungsträgerdichte für Ihre Berechnungen.

Aufgabe 4

- a) Im linken Bild von Abb. 2 ist der Verlauf der Elektronenbeweglichkeit in Halbleitern in Abhängigkeit von der Dotierung bei Zimmertemperatur dargestellt. Erklären Sie mit einigen Stichworten die physikalische Ursache für das Abfallen dieser Kurve.
- b) Im rechten Bild von Abb. 2 ist die Beweglichkeit über der Temperatur aufgetragen. In diesem Fall handelt es sich um einen Halbleiter, der undotiert ist. Erklären Sie auch hier, warum die Beweglichkeit nach rechts abfällt.

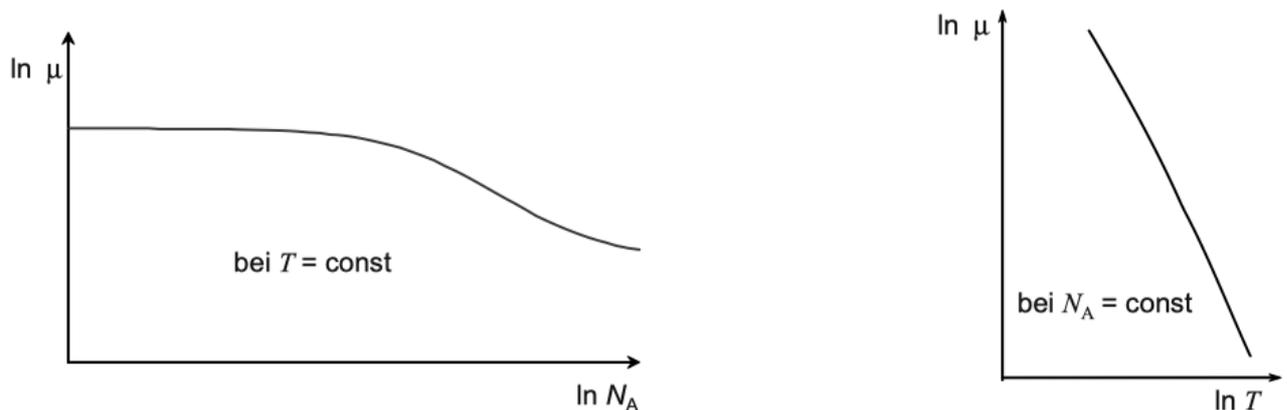


Abb. 2: Beweglichkeit für p-dotiertes Silizium in Abhängigkeit von Störstellenkonzentration bzw. Temperatur.

Aufgabe 5

Durch einen rechteckiges Stück Silizium mit $0,1 \text{ mm}^2$ Querschnittsfläche fließt ein Strom von $1 \text{ }\mu\text{A}$. Das Material ist mit Bor (Konzentration 10^{17} cm^{-3}) dotiert. Es herrscht Raumtemperatur.

- Berechnen Sie die Leitfähigkeit dieses Materials.
- Mit welcher Driftgeschwindigkeit bewegen sich die Ladungsträger in diesem Material?
- Wie groß ist im Vergleich hierzu die Leitfähigkeit von intrinsischem Silizium?

Aufgabe 6

Berechnen Sie die Diffusionsspannung und die Sperrschichtbreite für eine unsymmetrische Siliziumdiode ($N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$).

Aufgabe 7

Durch Dotierung einer Probe aus n-Si ($N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) mit Aluminium mit einer Konzentration von $N_A = 4 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ wird ein abrupter pn-Übergang von kreisförmigem Querschnitt (Durchmesser $500 \text{ }\mu\text{m}$) erzeugt.

- Berechnen Sie die Diffusionsspannung bei 300 K sowie die Breite des positiven und negativen Raumladungsgebiets.
- Wie groß sind die Raumladungen Q_+ und Q_- am pn-Übergang?

Aufgabe 8

Berechnen Sie für die Siliziumprobe aus Aufgabe 7 den spezifischen Widerstand des n- und des p-leitenden Bereichs außerhalb der Raumladungsgebiete.

Aufgabe 9

Eine Silizium- und eine Germaniumdiode seien gleich hoch dotiert. Sind die Diffusionsspannungen in den beiden Dioden gleich groß? Wenn nicht, dann geben Sie bitte an, um welchen Wert sich beide unterscheiden.

Aufgabe 10

Bei einer Halbleiterdiode aus GaAs sind das p-Gebiet und das n-Gebiet gleich hoch dotiert. Es wird eine Diffusionsspannung von $1,15 \text{ V}$ bei Zimmertemperatur (27°C) gemessen. Wie hoch ist die Dotierung der beiden Bereiche?

Aufgabe 11

In einer Germaniumdiode hat der n-dotierte Bereich eine Leitfähigkeit von $1,25 \text{ Scm}^{-1}$ und der p-dotierte Bereich 12 Scm^{-1} bei 300 K. Ermitteln Sie die Höhe der Diffusionsspannung bei dieser Temperatur.

(Verwenden Sie folgende Zahlenwerte: $\mu_e = 3900 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ und $\mu_h = 750 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$.)