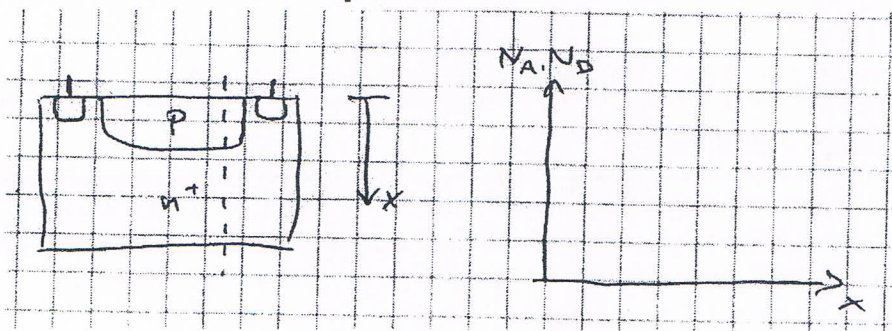


2 Physik und Technologie der Halbleiterbauelemente

2.1 PN-Übergang

- 2.1.a) Nennen sie die 3 Voraussetzungen des Shockleyschen Modells der Diodenkennlinie
- 2.1.b) Zeichnen sie die reale Diodenkennlinie im Durchlassbereich
- 2.1.c) Nennen sie die physikalischen Ursachen für die Abweichung von der idealen Kennlinie und ordnen sie die Ursachen den einzelnen Bereichen der Kennlinie zu.

2.2 Diffusion / Ionenimplantation



- 2.2.a) Tragen sie die Dotierstoffkonzentration entlang der gestrichelten Linie in das Diagramm ein. (homogene Substratdotierung beachten)
- 2.2.b) Kennzeichnen sie die x_p Grenze der p-Wanne
- 2.2.c) Geben sie die Gleichung des zugehörigen Diffusionsprofiles an.
- 2.2.d) Leiten sie aus den Fickschen Gesetzen die 1dimensionale Diffusionsgleichung her

2.2.e) Ein kontaktloser feldfreier Siliziumkristall sei homogen dotiert mit $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ (es gelte bei $T = 300\text{K}$ für Si $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$)
 Geben sie für $T = 300\text{K}$ die Löcher und Elektronenkonzentration an
 2.2.f) Zeichnen sie das Störstellenprofil für 2 Energien $E_2 > E_1$ ($G_{\text{opt}} = \text{const}$)
 Kennzeichnen sie $R_p, N_p, \Delta R_p$

Es gelten die Bedingungen, wie unter 2.2 geschildert. Jedoch werde nun die Einstrahlung so verändert, dass die Generation von Ladungsträgern zwar noch stationär aber nur oberflächennah stattfindet und in das Volumen hinein abklingt. Was folgt in diesem Fall für Stromgleichung und Bilanzgleichung z. B. der Löcher?

Leiten Sie daraus die stationäre Diffusionsgleichung für die Löcher her.
Zeichnen Sie qualitativ den Verlauf des Energiebänderdiagramms für die vorliegende Situation unter Berücksichtigung der Quasi-Ferminiveaus (W_{Fn}, W_{Fp})!
(Anmerkung: Zur Vereinfachung können gleiche Ladungsträgerbeweglichkeiten vorausgesetzt werden.)

4. Technologie

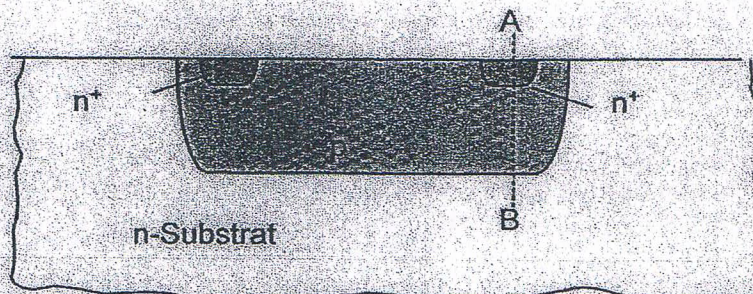
4.1

Um einen Halbleiter zu dotieren, wird z. B. das Diffusionsverfahren eingesetzt.

- a) Die Diffusion lässt sich über die Fickschen Gesetze beschreiben. Leiten Sie aus diesen die Diffusionsgleichung für den eindimensionalen Fall her! Benennen Sie die verwendeten Größen.

4.2

Zur Herstellung eines n-Kanal-MOS-Transistors wurden in ein homogen dotiertes n-Substrat eine p-Wanne (Well) und zwei n^+ -Bereiche eindiffundiert.



Die p-Wannendiffusion mit Bor-Atomen wurde aus der Gasphase heraus durchgeführt. Die n^+ -Source- und n^+ -Drain-Gebiete wurden aus einer dünnen Oberflächenbelegung heraus mit Phosphor-Atomen diffundiert.

- a) Tragen Sie qualitativ entlang eines Längsschnittes durch das Bauelement, wie durch die gestrichelte Linie AB in der Skizze angedeutet, die Dotierstoffkonzentration auf (von der Halbleiteroberfläche bis in das Substrat). Berücksichtigen Sie dabei die n^+ -Diffusionen, die p-Wannen-Diffusion und die homogene Substratdotierung (N_A, N_D, N_{Sub}).

Kennzeichnen Sie die Wannentiefe x_{n^+} der n^+ -Gebiete und die Tiefe x_p der p-Wanne. Geben Sie an, wie die Dotierungsprofile zu einem späteren Zeitpunkt des Diffusionsvorgangs $t_2 > t_1$ aussehen würden.