

Physik und Technologie der Halbleiterbauelemente

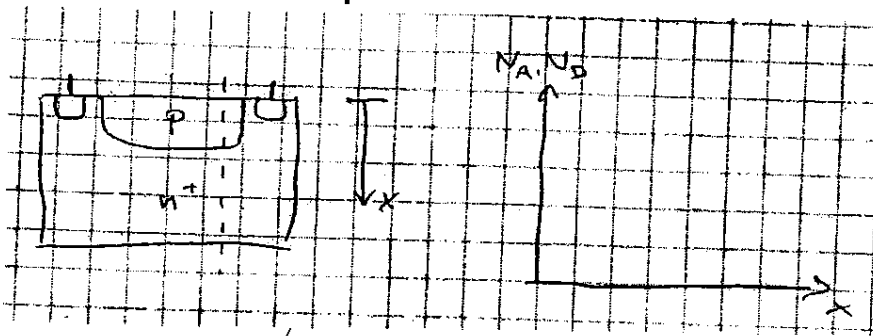
1. Zeichnen Sie einen PMOS-Transistor mit äußerer Beschaltung!
2. Gegeben sei ein MOS-Varaktor (Aluminium-Metallisierung, SiO, p-Si). Zeichnen Sie den Bandverlauf ab Grenzfläche SiO - p-Si bis ins neutrale Volumen hinein bei starker Inversion!
Wie groß ist die Bandverbiegung beim Übergang schwache Inversion/starke Inversion?
3. Zeichnen Sie die halblogarithmische $I(U)$ -Kennlinie einer PN-Diode im Subthreshold-Bereich!
4. Zeichnen Sie in die Kennlinie von 3. den Substratstrom ein und diskutieren Sie den Verlauf!
5. Welchen Einfluss haben sog. "heisse" Ladungsträger auf die Tresholdspannung?
6. Skizzieren Sie den halblogarithmischen Verlauf der $I(U)$ -Kennlinie einer realen PN-Diode in Flussrichtung! Kennzeichnen Sie die verschiedenen Bereiche der Kennlinie und erklären Sie die physikalischen Gründe der Abweichung vom idealen Verhalten!
7. Wie muss die Shockley-Gleichung erweitert werden um ihre Gültigkeit auch bei kleinen Flusstströmen zu behalten?
8. Wie vereinfacht sich die Stromgleichung mit Benutzung der Quasiferminiveaus?
9. Nennen Sie Strom- und Bilanzgleichung der Elektronen!
10. Wie verändern sich Strom- und Bilanzgleichung bei einem feldfreien, homogen n-dotiertem Halbleiterkristall, bei dem eine oberflächennahe Generation stattfindet? Leiten Sie für diesen Fall die Diffusionsgleichung her!
11. Zeichnen Sie den Bandverlauf für oben gegebenen Fall!
12. Zeichnen Sie das ortsabhängige Ladungsträgerprofil für Ionenimplantation und kennzeichnen Sie Reichweite und Standardabweichung im Diagramm!
13. Wie sieht das Profil für höhere Implantationsenergie aus?
14. In ein homogen n-dotierten Halbleiterblock werde eine p-Well aus der Gasphase dotiert. Ein n^+ -Gebiet werde anschliessend aus erschöpflicher Quelle eindiffundiert.
Zeichnen Sie das ortsabhängige Ladungsträgerprofil im Querschnitt! Kennzeichnen Sie die Tiefe der beiden pn-Übergänge!
15. Wie sieht das Profil aus, wenn man länger dotiert?

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 Diffusionsprofils an.
- 2.2.d) Leiten sie aus den Fickschen Gesetzen die 1 dimensionale Diffusionsgleichung her
- 2.2.e) Ein kontaktloser feldfreier Siliziumkristall sei homogen dotiert mit $N_A=10^{17} \text{ cm}^{-3}$. Geben sie für $T=300\text{K}$ die Löcher und Elektronenkonzentration an (es gelte bei $T=300\text{K}$ für Si $n_i=10^{10} \text{ cm}^{-3}$)
- 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 , ΔR_p