

# Physik und Technologie der Halbleiterbauelemente

Klausur zur Übung vom 14.02.2007

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN  
FAKULTÄT FÜR  
INGENIEURWISSENSCHAFTEN  
LEHRGEBIET FÜR  
HALBLEITERTECHNIK

## Aufgabe 1 (Technologie)

- 1.1 Geben Sie die Fickschen Gesetze an und leiten Sie daraus die eindimensionale Diffusionsgleichung her. Benennen Sie alle Variablen.
- 1.2 Nennen Sie die zwei wichtigsten Vorteile von Kupfer gegenüber Aluminium bei der Metallisierung.
- 1.3 Zeichnen Sie  $N(x)$  für  $E_2 > E_1$ . Kennzeichnen Sie  $R_p$  und  $\Delta R_p$ .
- 1.4 Zeichnen Sie das Diffusionsprofil für eine erschöpfliche Quelle für  $t_2 > t_1$ . Kennzeichnen Sie  $x_n$ . Geben Sie  $N(x,t)$  an.

## Aufgabe 2 (Physikalische Grundlagen)

- 2.1 Zeichnen Sie das Bändermodell mit den Quasi-Ferminiveaus  $W_{Fn}$ ,  $W_{Fp}$  für den Fall der starken/schwachen Injektion.
- 2.2 Geben Sie die Strom- und Bilanzgleichung für Löcher an.
- 2.3 Wie ändern sich Strom- und Bilanzgleichung für einen kotaktlosen, feldfreien Halbleiter?
- 2.4 Geben Sie  $\Delta n$ ,  $\Delta p$  für den Fall der schwachen Injektion an.
- 2.5 Der Halbleiterkristall sei mit  $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  dotiert. Geben Sie  $p$  und  $n$  für  $T = 300 \text{ K}$  an ( $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ ).

## Aufgabe 3 (Kennlinien)

- 3.1 Geben Sie die Stromdichte-Spannungskennlinie  $j(U)$  für einen Schottky-Kontakt und für einen Kontakt mit ohmschem Verhalten an.
- 3.2 Stellen Sie die  $I(U)$ -Kennlinie für einen realen pn-Übergang in Flussrichtung in halblogarithmischer Darstellung dar und markieren Sie die drei wichtigen Bereiche. Nennen Sie die physikalischen Ursachen, die eine Abweichung dieser Kennlinie von der idealen Diode bewirken.
- 3.3 Zeichnen Sie ein ESB, das den Nichtidealitäten einer realen Diode für alle Strombereiche Rechnung trägt. Geben Sie die reale Kennliniengleichung an.

## Aufgabe 4 (MOS-Transistor)

- 4.1 Zeichnen Sie für einen MOS-Varaktor das Energiebändermodell von der Oberfläche eines n-Substrates bis in das neutrale Volumen für den Fall der starken Inversion. Markieren Sie  $\phi_B$  und  $\psi_S$ . Kennzeichnen Sie den Midgap-Punkt. Wie groß ist die Bandverbiegung beim Übergang von schwacher zu starker Inversion?
- 4.2 Auch bei einem spannungsfreien MOS-Varaktor kommt es zu einer Bandverbiegung. Erläutern Sie, wodurch diese zustande kommt.
- 4.3 Was versteht man unter einem Subthreshold-Bereich? Wie ist  $U_{th}$  definiert?
- 4.4 Wie wirken sich „heiße Ladungsträger“ auf die Thresholdspannung aus?