



Master 1 : Physique des Matériaux (2022/2023)

Série N°2

Exercice 1:

Soit une diode Schottky de type métal/Si(n) à $T=300K$. La mesure de la capacité de cette diode a montré que la caractéristique capacité-Tension $C(V)$ a la forme suivante :

$$C^{-2} = A - BV$$

Où $A = 10^6 F^{-2} m^4$ et $B = 1.25 \cdot 10^6 F^{-2} m^4 V^{-1}$

- 1- Déduire la valeur du potentiel de diffusion V_0 de cette diode.
- 2- Déduire la concentration des dopants N_D .
- 3- Déterminer la position du niveau de Fermi (E_F) dans la région neutre du semiconducteur.
- 4- Déduire les valeurs des travaux de sorties Φ_s et Φ_m .

On donne : $n_i = 10^{10} cm^{-3}$, $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 mV$ et $\epsilon_{Si} = \epsilon_r \epsilon_0 = 10^{-12} F/cm$, $\chi = 4 eV$, et $N_C = 10^{19} cm^{-3}$.

Exercice 2 :

Considérons le cas d'un contact Schottky Cr/Si(n) avec $N_D = 10^{17} cm^{-3}$. Sachant que : $\Phi_m(Cr) = 4.5 eV$, $\chi(Si) = 4 eV$, $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 mV$, $N_C = 2.8 \cdot 10^{19} cm^{-3}$, $N_V = 1.8 \cdot 10^{19} cm^{-3}$ et $E_g(300K) = 1.12 eV$.

- Calculer les valeurs de E_b et V_0 pour ce contact.
- Calculer les valeurs de E_b et V_0 dans le cas du contact Schottky Cr/Si(p) avec $N_A = 10^{17} cm^{-3}$.

Exercice 3 :

Considérons une diode Schottky Au/GaAs avec une capacité de 1pF à -1V . Quelle est la densité de dopage du GaAs ?

- Calculez la largeur de la zone de charge d'espace (ZCE) à polarisation nulle.

- Calculez le champ à la surface du semi-conducteur à -10 V.

La surface de la diode est de 10^{-5} cm^2 . $\Phi_m(\text{Au}) = 4.8 \text{ eV}$, $\varepsilon_r(\text{GaAs}) = 13.1$, $\chi = 4.07 \text{ eV}$, et $N_C = 4.35 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-3}$. $n_i = 3 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-3}$. $E_g(300K) = 1.43 \text{ eV}$. $\Phi_s(\text{GaAs}) = 4.1 \text{ eV}$.

Exercice 4 :

Pour un transistor PNP idéal, on a : $I_{Ep} = 3 \text{ mA}$, $I_{En} = 0.01 \text{ mA}$, $I_{Cp} = 2.99 \text{ mA}$, et $I_{Cn} = 0.001 \text{ mA}$.

- Calculer le facteur d'efficacité de l'injection γ .
- Calculer le facteur de transport de base α_T .
- Calculer le gain en courant pour base commune α_0 .

Exercice 5 :

Une structure MOS de type métal/SiO₂/Si(p) est constituée d'une couche d'oxyde d'épaisseur $d = 5 \text{ nm}$ et de constante diélectrique $\varepsilon_r = 3.9$ en contact avec un substrat de type p. sachant que $T=300\text{K}$, $N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $n_i = 9.65 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-3}$, $V_T = \frac{k_B T}{e} = 26 \text{ mV}$, $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$ et $\varepsilon_r(\text{Si}) = 11.9$.

- Calculer la largeur maximale de la ZCE dans le semiconducteur W_M .
- Calculer la valeur minimale de la capacité de cette structure C_{min} .