

Exercice 5 Transistor MESFET

La structure d'un transistor MESFET est indiquée à la figure 1.

$T = 300 \text{ °K}$

Densité des atomes donneurs du semiconducteur n (AsGa) : $N_D = 5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

Mobilité des électrons du semiconducteur n : $\mu_n = 6000 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$

Affinité électronique du semiconducteur (AsGa) : $\chi = 4.07 \text{ eV}$

Travail de sortie du métal (or) : $\phi_m = 5.1 \text{ eV}$

Densité effective N_C des électrons de la bande de conduction pour AsGa :

$N_C = 4.45 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

Epaisseur du semiconducteur n : $a = 0.25 \text{ } \mu\text{m}$

Longueur du canal : $L = 2 \text{ } \mu\text{m}$

Largeur du transistor : $Z = 25 \text{ } \mu\text{m}$

$\epsilon_{sc} = 13.1 \epsilon_0$ ($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$)

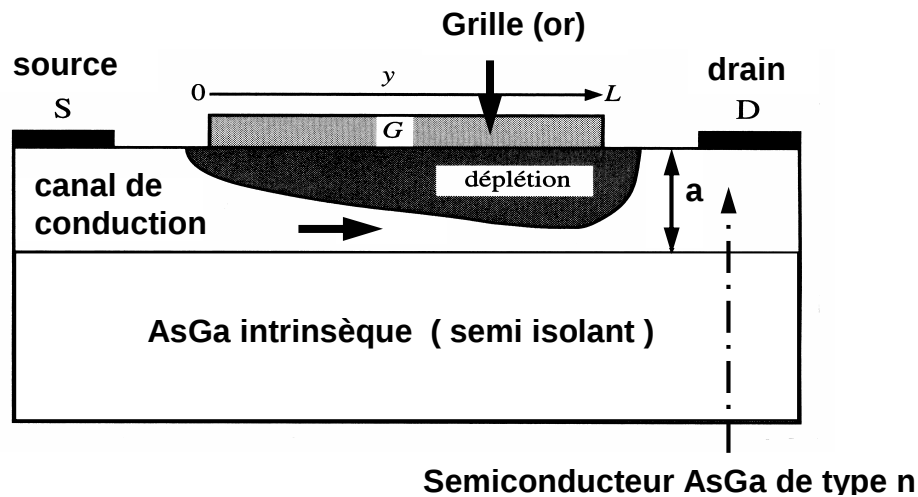


Figure 1

On suppose que la tension $V_{GS} < 0$ (la jonction métal semiconducteur est polarisée en inverse).

1. Déterminer la largeur W de la zone de déplétion de la jonction métal semiconducteur lorsque la tension $V_{DS} = 0$.

N_D Densité des atomes donneurs

Φ_m Travail de sortie du métal

Φ_s Travail de sortie du semiconducteur

2. Déterminer la tension de seuil V_T du transistor. C'est la tension V_{GS} pour laquelle la largeur W de la zone de déplétion de la jonction métal semiconducteur devient égale à l'épaisseur a de la couche de semiconducteur AsGa dopé n. Calculer la valeur de la tension de seuil V_T .

3. La tension V_{DS} étant positive, déterminer la largeur $W(y)$ de la largeur de la zone de déplétion à l'ordonnée y en fonction du potentiel $V(y)$ à l'ordonnée y .

4. On suppose que la tension V_{GS} est négative et supérieure à la tension de seuil V_T et que $V_{DS} > 0$. Déterminer la tension V_{DSsat} pour laquelle le canal est pincé au niveau du drain ($W(L) = a$).

5. On suppose que :

- La tension V_{GS} est négative et supérieure à la tension de seuil V_T

- La tension $V_{DS} > 0$ et que le canal n'est pas pincé $V_{DS} < V_{DSsat}$

Déterminer la chute de tension $dV(y)$ le long d'une tranche élémentaire du canal à l'ordonnée y et d'épaisseur dy en fonction du courant drain source I_{DS} .

6. Déterminer le courant I_{DS} en fonction de la largeur W_1 de la zone de déplétion au niveau de la source ($W_1 = W(0)$) et de la largeur W_2 de la zone de déplétion au niveau du drain $W_2 = W(L)$.

7. En remplaçant W_1 et W_2 par leurs expressions, déterminer le courant I_{DS} en fonction de la tension V_{GS} et de la tension V_{DS} .

8. Déterminer le courant I_{DSsat} qui correspond à la tension V_{DSsat}

9. Déterminer la transconductance du transistor

Calculer la valeur de la transconductance pour $V_{GS} = -0.5V$.

10. Déterminer un ordre de grandeur de la fréquence de transition f_T du transistor.

Calculer f_T pour $V_{GS} = -0.5V$