

## Examen de Physique des Composants

Les parties de cet examen sont indépendantes.

### Partie I : Structure MOS

On étudie la structure MOS Argent - Oxyde de silicium - Silicium. Le travail de sortie de l'argent est  $q\phi_m = 4,3$  eV. Le gap du silicium est  $E_g = 1,2$  eV, son affinité électronique est  $q\chi = 4$  eV, sa densité de porteurs intrinsèques est  $n_i = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  et sa constante diélectrique relative  $\epsilon_r = 12$ .

1 - Comment doit-on doper le silicium (type de dopage et concentration en dopant) pour que cette structure MOS se trouve en régime de bandes plates à l'équilibre thermodynamique ? Donner un schéma des bandes d'énergie du semiconducteur.

2 - Cette structure est maintenant polarisée par une tension  $V_g$  appliquée au métal, le semiconducteur étant relié à la masse. Dans quel régime de fonctionnement se trouve la structure si  $V_g = 1\text{V}$  ? Faire un schéma des bandes d'énergie de cette structure MOS dans ce régime de fonctionnement.

3- Quel type de transistor MOSFET permet d'élaborer cette structure MOS ?

On donne  $kT = 25$  meV ;  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

### Partie II : Transistors unipolaires

Confirmer ou démentir en développant un argumentaire les affirmations suivantes :

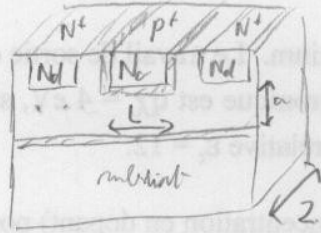
- 1- Un transistor unipolaire utilise pour son fonctionnement les électrons libres et les trous simultanément.
- 2- Un JFET est un composant commandé en courant.
- 3- La jonction présente sous l'électrode de grille d'un JFET ne doit être pas être polarisée.
- 4- Technologiquement, il est plus difficile et plus cher d'élaborer un transistor MOS qu'un transistor JFET.
- 5- CMOS signifie MOS commun.
- 6- Un MOSFET à déplétion est conducteur en l'absence de polarisation de grille.

### Partie III : Transistor JFET

Un transistor JFET au silicium est constitué d'un canal homogène de type n dopé avec  $N_d = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , de longueur  $L = 20 \text{ }\mu\text{m}$ , de largeur  $Z = 10 \text{ }\mu\text{m}$  et d'épaisseur  $a = 2 \text{ }\mu\text{m}$ . La grille est constituée d'une diffusion P<sup>+</sup> dopée avec  $N_a = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ . Le transistor fonctionne à la température ambiante. La source est reliée à la masse, la grille à un potentiel  $V_g = -10 \text{ V}$ . La polarisation de drain est négligeable. La constante diélectrique du silicium est  $\epsilon = 10^{-10} \text{ F m}^{-1}$ .

- 1- Calculer la tension de diffusion  $V_{\text{dif}}$  de la jonction grille - canal.
- 2- Calculer l'épaisseur  $h$  de la zone de charge d'espace.
- 3- Calculer la section  $s$  du canal conducteur.
- 4- Calculer la tension de grille permettant d'atteindre le blocage du transistor (tension de cut off) avec une tension de drain voisine de zéro.

On donne  $kT = 25 \text{ meV}$  ;  $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ .



$$V_{D \text{ sat}} = q N_d a e$$