

Composants Electroniques_ 2^{ème} session
Durée 1 h

Les composants dans l'optoélectronique

I- La photodiode

On considère une jonction PN en silicium.

- 1°) Faire le schéma de bande de la structure, en précisant les processus physiques à l'origine de la création de la zone de charge d'espace et le sens du champ interne.
- 2°) Sachant que le gap du silicium est de 1.12 eV, quelle est la longueur d'onde minimum du rayonnement électromagnétique (exprimée en nm) pour laquelle le semi-conducteur est sujet à l'effet photoélectrique (la constante de Planck $h = 6.62 \times 10^{-34}$ J.s)
- 3°) En supposant qu'un photopporteur soit généré dans la zone de charge d'espace, expliquer les différents modes de conduction qui lui permet de se déplacer dans la ZCE et dans la zone neutre (Aucune polarité extérieure n'est appliquée à la structure)
- 4°) Pourquoi parle-t-on de photopile ?

II- La diode électroluminescente

- 1°) Rappeler brièvement le principe de la diode électroluminescente
- 2°) Comment est alors polarisée la structure lorsqu'elle émet un rayonnement électromagnétique .

III- La structure CCD

On considère une jonction MOS : Al/SiO₂/Si. On rappelle les grandeurs énergétiques des différents matériaux :

Al : $e\Phi_{Al} = 4.1$ eV; **SiO₂**: $e\chi_{SiO_2} = 0.9$ eV; $E_g = 9$ eV; **Si**: $e\Phi_{Si} = 4.35$ eV; $e\chi_{Si} = 4.05$ eV; $E_g = 1.12$ eV

- 1°) Tracer le diagramme de bande avant et après équilibre
- 2°) A l'équilibre et sans polarisation que pouvez vous dire de la nature des charges dans la ZCE du semiconducteur
- 3°) Tracer le diagramme de bande lorsque l'on applique une tension négative sur le métal par rapport au semiconducteur. Comment s'appelle les différents régimes rencontrés en fonction de la valeur de la polarité appliquée?
- 4°) Les structures MOS sont les éléments de base des capteurs optiques de caméra CCD. Expliquez brièvement le principe de fonctionnement de ce capteur de lumière (On ne parlera pas ici du processus de transfert de charge d'une MOS à l'autre).

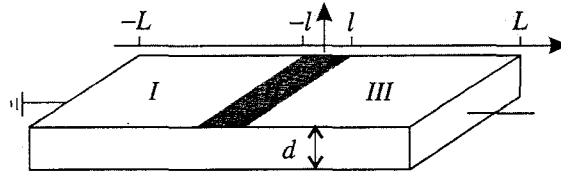
NB : On prendra soin dans les tracés de diagrammes de structure de bandes à représenter les différentes grandeurs énergétiques avant et après équilibre en respectant la conservation des grandeurs énergétiques intrinsèques.

Composants Electroniques_ 1ère session
Durée 1 h

ETUDE D'UN SEMI CONDUCTEUR SOUMIS A UN ECLAIREMENT LOCALISE

On considère une lame mince de semiconducteur de type n (silicium), de longueur $2L$: et d'épaisseur d . Cette lame est éclairée en incidence normale par un rayonnement monochromatique uniforme de flux Φ_0 et d'énergie supérieure au gap. Le taux de génération des porteurs dans la zone éclairée s'écrit alors : $g_p = g_n = \Phi_0 \alpha$ où α est le coefficient d'absorption. On considère le régime permanent.

Un masque permet de limiter l'éclairement à une fenêtre de largeur $2l$ ouverte sur toute la largeur de l'échantillon. Les dimensions de la lame mince et les caractéristiques du semi conducteur sont telles que les conditions $L \gg L_p$ (longueur de diffusion des trous) et $\alpha d \ll 1$ sont réalisées.



1°) Afin de prélever les charges il faut réaliser des contacts Métal/Semiconducteur comme indiqué sur la figure ci-dessous.

a- En utilisant les données ci-dessous, représentez graphiquement le diagramme de bande à l'interface Métal/Semiconducteur avant et après contact.

b- Quel rôle joue cette interface dans le mécanisme de conduction à travers la structure ?

2°) On néglige maintenant les contacts Métal/Semiconducteur et on s'intéresse à la distribution des photoporteurs dans le semiconducteur.

a- Ecrire les équations auxquelles obéit la densité de photoporteurs $\Delta p(x)$ dans chacune des régions en faisant les approximations nécessaires.

b- En utilisant les conditions limites appliquées à $\Delta p(x)$ et à sa dérivée en $x = \pm l$ donnez la distribution des photoporteurs dans les différentes zones (I, II et III) de l'échantillon.

Rappel

Equation de continuité :

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\frac{1}{e} \frac{\partial J_p(x)}{\partial x} + g_p(x) - \frac{\Delta p(x)}{\tau_p} \text{ avec } J_p(x) = -eD_p \frac{\partial p(x)}{\partial x} + e\mu_p p(x)E(x)$$

Données : Travail de sortie métal : $e\Phi_m = 4.3 \text{ eV}$;

Affinité électronique Si : $e\chi_{sc} = 4,05 \text{ eV}$

$E_C - E_f = 0.4 \text{ eV}$