# <u>TP№2</u> <u>Eude d'une jonction PN à l'équilibre</u>

### <u>But du TP :</u>

Dans ce TP, on étudie le comportement d'une jonction PN en utilisant le programme PC1D (Personal Computer One Dimensional). La fenêtre du logiciel comporte cinq parties. La partie « Device » contient des données sur la jonction (aire de la jonction, texture de la surface.....).

La partie « Regions » pour introduire des paramètres important de la jonction (l'épaisseur, l'énergie du gap, le aux de recombinaison....).

La partie « Excitation» contient les paramètres d'excitation.

La partie « Results » : Pour dévoiler et visualise les résultats des courbes de la simulation.

La partie « Device Schematic » : nous donne une description de la structure de la jonction PN **I-Introduction des informations générales de la joncion PN:** 

-Dans le menu Device, vérifier qu'une seule région est sélectionnée (exemple region 1).

1- Introduire dopage de la région N on donne  $N_D=10^{15}$  cm<sup>-3</sup>, l'épaisseur de la région 1 (thikness) =10 $\mu$ m,

2- Dans l'icône Material :

3-Fixer la permittivité relative du matériau (permittivity) =11.9

4-Inroduire les valeurs des **mobilités** des électrons et celle des trous  $\mu_n$ =1400 cm<sup>2</sup>/V.s e  $\mu_p$ =350 cm<sup>2</sup>/V.s

4-introduire les durées de vies des porteurs dans la partie **recombinaison** ( $\tau_n = 1 \mu s$ ).

5-Introduire la surface du dispositif (area 10 mm<sup>2</sup>).

## II- Etude de l'effet du dopage :

-Dans le menu excitation, vérifier que vous êtes sur le mode Equilibrium.

-A la température  $300^{0}$ K, introduire un dopage type N de la région 1 (**Doping -background**) ( $10^{10}$  cm<sup>-3</sup>,  $10^{12}$  cm<sup>-3</sup>,  $10^{16}$  cm<sup>-3</sup>,  $10^{18}$  cm<sup>-3</sup>), visualiser les différents paramètres cités en haut.

- mesurer la différence E<sub>c</sub>-E<sub>f</sub> pour chaque concentration de dopage.

- Interpréter vos résultats.

-Refaire le même travail pour un dopage type P (sélectionnée région 2 ,  $N_A=10^{18} \text{cm}^{-3}$ , l'épaisseur de la région 2 =10µm,  $\tau_p=1\mu s$ ), mesurer la différence  $E_f-E_v$  pour chaque concentration de dopage.

-Interpréter vos résultats

#### **III- Etude L'effet de la température:**

-Dans le menu **Excitation**, on fixe le dopage à  $10^{18}$  cm<sup>-3</sup> puis on change la température 200K 300K ,400K ,600K ,700K.

-Visualiser les différents paramètres cités en haut.

-Mesurer la différence  $E_c$ - $E_f$  pour un SC type N,  $E_f$ - $E_v$  semi-conducteur type p.

-Interpréter vos résultats.

## **TP№3 Etude d'une jonction PN polarisée**

#### But du TP :

On s'intéresse dans ce TP à vérifier l'effet la variation de la polarisation d'une joncions PN sur certains paramètres technologiques: le champ et potentiel électrique, Densité de charge, Densités des porteurs, Diagramme de bande d'énergie, les densités des porteurs, la densité de courant des électrons, des trous et le courant total, de vérifier l'effet sur la caractéristiques I-V L'épaisseurs de la zone de charge d'espace.

## -Introduction des informations générales : Région 1 :

Dopage de la zone N:  $N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 

Epaisseur de la zone N : 10µm.

#### Région 2 :

Dopage de la zone P:  $N_a = 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 

Epaisseur de la zone P :10µm.

Mobilités des porteurs supposées constantes le long de la région 1 et 2 :

 $\mu_n = 1400 \text{ cm}^2/\text{V.S}, \ \mu_p = 350 \text{ cm}^2/\text{V.S}.$ 

Les durées de vies des porteurs ;  $\tau_n = \tau_p = 1 \mu s$ .

#### 1. Introduction des données et présentation du logiciel :

-Dans le menu Device, vérifier que les deux régions sont sélectionnées pour cela aller à Insert région puis sélectionner la région 1.

1- Introduire l'épaisseur de la région 1 (thikness)

2- Dans l'icône material :

**3-**- Donner la permittivité relative du matériau (permittivity = 11.9)

4 - Fixer les valeurs des mobilités des électrons et celle des trous.

5- Introduire le dopage de la région 1 (Doping : background)

**6-** Introduire les durées de vie des porteurs dans la partie recombinaison, on néglige la recombinaison due aux états de surface.

6- Refaire le même travail pour la région 2,

7- Introduire la surface du dispositif (10 mm<sup>2</sup>).

## II- Etude de la jonction à l'équilibre thermodynamique :

- Dans le menu excitation, vérifier que vous êtes sur le mode Equilibrium,
- A la température  $300^{0}$ K, visualiser les différents paramètres cités en haut.
- Déterminer la tension de seuil V<sub>D</sub>, de la jonction à l'équilibre thermodynamique, la largeur de la zone de charge d'espace et ses extensions coté P et coté N, mesurer la différence E<sub>C</sub>-E<sub>F</sub> coté N et E<sub>F</sub>-F<sub>V</sub> coté P.
- Refaire le même travail pour différentes température, pour cela changer le paramètre Température dans le menu excitation)
- Interpréter vos résultats.

## **III- Jonction PN sous polarisation directe:**

- Revenir sur le mode d'excitation, cette fois ci le mode steady states :
- Pour différentes tensions de polarisation directe (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.55, 0.6, 0.65, 0.7, 0.8, 0.9, 1V)
- Observer les différentes caractéristiques densités de charge, champ électrique, potentiel électrostatique et bandes d'énergie.
- Déterminer la largeur de la zone de charge d'espace.
- Déterminer la valeur du courant total
- Tracer directe I = f(V).
- Interpréter vos résultats.