

## Chapitre 9 – Propriétés physiques

### EXERCICE 9-10

#### a) Type de liaison dans le SiC :

Le carbure de silicium SiC étant formé de carbone (C) et de silicium (Si) qui sont tous deux des éléments à liaisons covalentes (colonne IVb du tableau périodique), ce composé aura donc des liaisons covalentes.

**Liaisons covalentes**

#### b) Nombre de porteurs de charges par unité de volume à 20 °C :

La conductibilité  $\sigma$  intrinsèque d'un semi-conducteur est donnée par l'équation 9.57 du livre *Des Matériaux* :

$$\sigma = n_e e \mu_e + n_t e \mu_t \quad (9.57)$$

avec  $n_e = n_t = n_i$  = nombre d'électrons libres = nombres de trous = nombre de porteur de charges,

$\mu_e$  et  $\mu_t$  étant la mobilité respective des électrons et des trous.

On obtient ainsi le nombre de porteurs de charges  $n_i$  :

$$n_i = \frac{\sigma}{e(\mu_e + \mu_t)} = \frac{8}{1,602 \times 10^{-19} (0,04 + 0,02)} = 8,32 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

**$n_i = 8,32 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$**

#### c) Température pour avoir une conductivité de 1000 S/m :

La conductivité  $\sigma$  varie en fonction de la température selon l'équation 9.63 du livre *Des Matériaux* :

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left[\frac{-E_g}{2kT}\right]$$

Si  $\sigma_0$  est la conductivité à 20 °C ( $T_0 = 293 \text{ K}$ ) et  $\sigma_T$  est la conductivité à la température  $T$  cherchée, on peut faire le rapport  $\sigma_T/\sigma_0$  et prendre le logarithme de ce rapport :

$$\ln\left(\frac{\sigma_T}{\sigma_0}\right) = \frac{-E_g}{2k} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$$

Donc :

$$T = \left[ \frac{-2k}{E_g} \ln\left(\frac{\sigma_T}{\sigma_0}\right) + \frac{1}{T_0} \right]^{-1}$$

Avec les valeurs données, on obtient ainsi la température cherchée :

**$T = 320 \text{ °C}$**

**d) Type de semi-conducteur si le SiC est dopé à l'azote :**

Appartenant à la colonne Vb du tableau périodique, l'azote est un élément pentavalent. L'azote sera donneur d'électrons quand il est en solution solide dans le SiC. Le SiC devient donc un semi-conducteur extrinsèque de type n.

**Type n**

**e) Quantité d'azote à ajouter pour avoir une conductivité de 1000 S/m à 20 °C :**

La conduction extrinsèque  $\sigma_e$  (= 1000 S/m), qui est due aux électrons supplémentaires introduits par l'azote, est bien supérieure à la conduction intrinsèque  $\sigma_i$  (= 8 S/m) du SiC. Dans l'équation 9.57 donnée ci-dessus, on aura donc  $n_e \gg n_t$  et l'équation 9.57 devient :

$$\sigma \cong n_e e \mu_e \quad (9.57b)$$

On en déduit donc le nombre d'électrons par unité de volume :  $n_e = \frac{\sigma}{e \mu_e}$

Comme un atome d'azote contribue d'un électron à la conduction, le nombre d'atomes d'azote  $N$  requis par unité de volume sera égal à  $n_e$  :

$$N = n_e = \frac{\sigma}{e \mu_e} = \frac{1000 \text{ S/m}}{(1,602 \times 10^{-19} \text{ C})(0,04 \text{ m}^2/\text{V.s})} = 1,56 \times 10^{23} \text{ atomes/m}^3$$

**N = 1,56x10<sup>23</sup> atomes/m<sup>3</sup>**

*Remarque* : on constate bien que  $n_e \gg n_t = n_i$