

Physique des Matériaux I
Série 9 : Matériaux semi-conducteurs
Correction du devoir 9

Exercice 2 : Effet Hall dans les semi-conducteurs (Devoir 9)

$$- V_H = -30 \text{ mV} \quad B = 0,1 \text{ T} \quad I = 75 \text{ mA.}$$

- V_H est négative les porteurs de charge dans le cristal sont des électrons.
- La démonstration est faite dans la correction du devoir 8 (effet hall dans les métaux) :

$$V_H = -\frac{1}{ne} \frac{BI}{b}$$

- Calcul de n :

$$n = -\frac{BI}{eV_H b} = 5,2 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$$

- La mobilité des porteurs de charge est obtenue à partir de la relation :

$$\sigma = e(p \cdot \mu_p + n \cdot \mu_n)$$

On peut négliger la concentration en trous ce qui donne :

$$\mu_n = \frac{\sigma}{en}$$

Si on appelle ρ la résistivité du semi-conducteur :

$$\mu_n = \frac{1}{\rho en}$$

$$\mu_n = 0,31 \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

Exercice 3 : Conductivité d'un cristal de silicium (Devoir 9)

- La concentration intrinsèque :

$$n_i = 7,72 \times 10^{21} \times 300^{\frac{3}{2}} \times \exp\left(-\frac{1,12 \times 1,60 \times 10^{-19}}{2 \times 1,38062 \times 10^{-23} \times 300}\right) = 1,62 \times 10^{16} \text{ m}^{-3}$$

$$\sigma = en_i(\mu_p + \mu_n)$$

$$\sigma_1 = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,62 \times 10^{16} \times (0,15 + 0,05)$$

$$\sigma_1 = 5,18 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Semi-conducteur dopé.

a.

$$N_{Si} = \frac{N(\text{silicium})}{V} = \frac{d \times \rho_{eau} \times N_A}{M_{Si}}$$

$$\frac{N(\text{donneurs})}{N(\text{silicium})} = \frac{1}{5 \times 10^3} = 2 \times 10^{-4}$$

On en déduit que :

$$N_d = 2 \times 10^{-4} \times N_{Si} = \frac{2 \times 10^{-4} \times d \times \rho_{eau} \times N_A}{M_{Si}}$$

$$N_d = 1,00 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

- Calcul des concentrations.

$$\frac{n_i}{N_d} = \frac{1,62 \times 10^{16}}{1,00 \times 10^{25}} = 1,62 \times 10^{-9}$$

L'essentiel des porteurs de charge proviendra des atomes donneurs. Donc la concentration en électrons :

$$n = N_d$$

$$n = 1,00 \times 10^{25} \text{ m}^{-3}$$

$$p = \frac{n_i^2}{n} = 2,62 \times 10^7 \text{ m}^{-3} \ll n$$

- Calcul de σ_2 .

$$\sigma_2 = e(p \times \mu_p + n \times \mu_n)$$

$$p \ll n$$

$$\sigma_2 = e \times n \times \mu_n$$

$$\sigma_2 = 1,60 \times 10^{-19} \times 1,00 \times 10^{25} \times 0,1500$$

$$\sigma_2 = 2,40 \times 10^5 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$$

- Confrontation avec l'expérience.

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_{exp}} = 12$$

La valeur mesurée est plus faible que la valeur calculée. L'écart entre les deux peut s'expliquer par le fait que la mobilité diminue avec le dopage à cause de l'augmentation du nombre de collisions des électrons avec les impuretés ionisées.