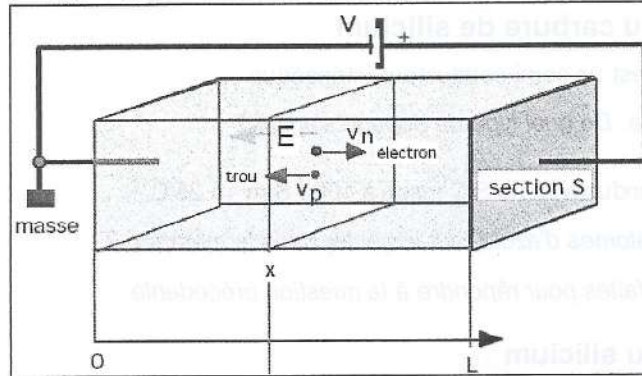


TD5 : Mobilité des porteurs de charge

1. Loi d'ohm (microscopique)

Soit un semi-conducteur intrinsèque de section S , soumis à un champ électrique uniforme E , possédant une concentration en porteurs de charge n (pour les électrons) et p (pour les trous).



1.1.1 Redémontrer l'expression de la loi d'Ohm microscopique, c'est à dire l'expression de la densité de courant J en fonction de E , n , p , μ_n , μ_p et q , charge élémentaire.

Pour aborder le problème, considérer une tranche d'épaisseur dx du matériau et faire particulièrement attention à l'homogénéité des unités.

2. Densité volumique de charges dans le SiC

Le silicium SiC est un semi conducteur intrinsèque.

2.1.1 Quelle est la concentration de porteurs de charge n_i de ce semi conducteur à 25 °C ?

2.1.2 Que devient la valeur de n_i pour une température de 200 °C ?

3. Varier la température, pour varier la conductivité

3.1.1 À quelle température T doit-on porter ce Si pour qu'il ait une conductivité de 200 S/m ?

4. Dérive

Soit un composant, constitué d'une plaque de silicium de $d = 4$ mm d'épaisseur, située entre les 2 bornes du composant. On applique une différence de potentiel de 1 V entre ses bornes. La conductivité du silicium va varier en fonction de la température (on peut alors utiliser ce composant comme sonde thermique : c'est un thermistor).

4.1.1 Rappeler l'expression de la vitesse de dérive de l'électron dans un champ électrique

4.1.2 Calculer le champ électrique dans le Si lorsqu'on applique une ddp. de 1 V

4.1.3 Calculer la vitesse de dérive des électrons dans le thermistor

4.1.4 Quel temps met un électron pour "traverser" entièrement le composant.

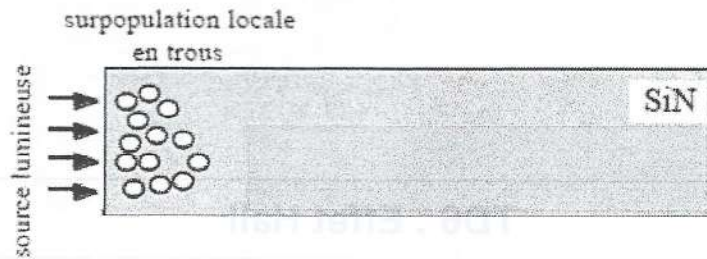
Cette vitesse dépend de la température.

4.1.5 Calculer la nouvelle vitesse à 200 °C Commentaire sur la conductivité ?

5. Diffusion des porteurs : exemple de cellule photovoltaïque simplifiée

5.1.1 Rappeler la loi régissant la diffusion (Fick générale, puis appliquée aux charges)

On considère une zone d'un semi-conducteur de type n éclairée (en $x = 0$), tandis que le reste du même semi-conducteur est dans le noir complet. L'énergie qu'amène l'éclairage permet la génération de paires électron trou.



On prend $n(x=0) = 2.10^{18} \text{ cm}^{-3}$ et $n_i = 1,4.10^{10} \text{ cm}^{-3}$. L'éclairage amène localement (en $x = 0$) 10^6 cm^{-3} trous.

- 5.1.2 Pour les grandes valeurs de x à quoi est égal p dans le noir ? () ?
- 5.1.3 À quoi est égal $p(x=0)$ sous l'éclairage ?
- 5.1.4 Rappeler la relation liant $p(x)$ à $p(x=0)$, x et L_p , longueur de diffusion des trous dans le silicium.
- 5.1.5 Calculer la longueur de diffusion des trous dans ce matériau, sachant que la concentration de trous est égale à $p(x=10 \mu\text{m}) = p(x=0) + 100 \text{ cm}^{-3}$.

Le coefficient de diffusion des trous D_p peut s'exprimer en fonction de la mobilité des trous, de k , de T , et de la charge du trou, $+e$.

$$D_p = \mu_p \frac{kT}{e}$$

On donne $\mu_p = 1900 \text{ cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

- 5.1.6 Calculer D_p à 298 K
- 5.1.7 Calculer le courant de diffusion des trous \vec{j}_h pour $x = 2 \mu\text{m}$
- 5.1.8 Donner la valeur du flux de trous pour $x = 2 \mu\text{m}$

5.2 Constantes physiques

- Température normale : $24,8^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$
- Potentiel thermodynamique normal : $\frac{kT_0}{q} \approx 25,7 \text{ eV}$
- Constante de Boltzmann : $k = 1,381.10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
- Charge élémentaire : $q = 0,16 \text{ aC}$

5.3 Constantes physiques du carbure de silicium

- Mobilité des électrons : $\mu_n = 0,07 \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- Mobilité des trous : $\mu_p = 0,02 \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- Conductivité intrinsèque : $\sigma_{\text{SiC}} = 8 \text{ S m}^{-1}$
- Énergie de gap : $E_g = 2,9 \text{ eV}$

5.4 Constantes physiques du silicium

- Mobilité des électrons : $\mu_n = 0,145 \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- Mobilité des trous : $\mu_p = 0,045 \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- Conductivité intrinsèque : $\sigma_{\text{Si}} = 0,252 \text{ mS m}^{-1}$
- Énergie de gap : $E_g = 1,12 \text{ eV}$
- Densité atomique volumique : $D = 5.10^{28} \text{ m}^{-3}$