Simulation du régime transitoire d'une jonction P-N

Adrien "Ardakaniz" Renaudineau

7 mai 2022

On veut étudier le comportement des charges d'un semiconducteur lors de l'établissement d'une jonction P-N, à une dimension.

Les deux processus mis en jeu sont la diffusion des électrons vers les trous et inversement ainsi que l'action du champ électrique généré par ces charges.

L'équation de diffusion s'écrit :

$$\frac{\partial N}{\partial t} - D\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} = 0 \tag{1}$$

où N est la concentration d'électrons (qu'on notera n) ou la concentration de trous (qu'on notera p).

Pour l'action du champ électrique, on utilise la conservation de la charge :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \boldsymbol{\nabla} \cdot \mathbf{j} = 0$$

or $\mathbf{j} = \rho v \mathbf{\hat{u}_x}$. De plus, on suppose que le temps caractéristique de l'effet du changement de champ sur la vitesse des charges est négligeable devant le temps caractéristique des processus mis en jeu (voir A).

On a alors $v = \pm\mu E$ où μ est la mobilité des porteurs de charges (positif pour les trous, négatif pour les électrons).

Finalement :

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \rho}{\partial t} &= \mp\frac{\partial \rho\mu E}{\partial x} \\
\frac{\partial \rho}{\partial t} &= \mp\mu\frac{\partial \rho}{\partial x}E(x,t) \mp \mu\rho(x,t)\frac{\partial E}{\partial x} \\
\frac{\partial \rho}{\partial t} &= \mp\mu\frac{\partial \rho}{\partial x}E(x,t) \mp \frac{\mu}{\epsilon}\rho(x,t)\rho_{\text{tot}}(x,t)
\end{aligned}$$

Enfin, on a : $\rho = (\pm e)N$ d'où

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \mu\frac{\partial n}{\partial x}E(x,t) + \frac{\mu}{\epsilon}\rho_{\text{tot}}n(x,t) \tag{2}$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = -\mu\frac{\partial p}{\partial x}E(x,t) - \frac{\mu}{\epsilon}\rho_{\text{tot}}p(x,t) \tag{3}$$

A Approximation utilisée

oui c'est une approximation, mais c'est une bonne approximation.