

Introduction générale

L'industrielle de l'électronique a grandi et devenu l'un des plus grand du monde. La demande croissante de petits dispositif électroniques avec une meilleure performance à moindre coût pousser la technologie à base de silicium classique de ses limites[1].

La photodétection consiste à la conversion d'un signal optique (photons) en un signal électrique (paires électron-trous). Dans ce mémoire, nous nous limiterons à la photo-détection dans les matériaux semi-conducteurs particulièrement le silicium, mais ce phénomène peut aussi se produire dans un métal, où on parle alors d'émission photo-électrique [2].

En outre, l'utilisation de photo-détecteurs qui ont un rendement quantique interne (gain de multiplication) supérieur à 1, présente un des moyens d'amélioration de la sensibilité des récepteurs optiques. Ce qui signifie qu'un photon absorbé donnera la naissance d'une paire électrons-trous qui sera multipliée par l'effet du champ électrique.

Ces photodiodes, appelée photodiodes à avalanche, ont été étudiées depuis les débuts de la microélectronique et sont déjà utilisée dans des applications de type télécommunication longue distance, où le signal optique à détecter est de faible puissance [3].

Il est cependant nécessaire dans un premier temps d'étudier la physique de ce type de dispositifs, ce qui nous intéresse dans ce travail, et de comprendre l'impact des différents paramètres physiques sur leur fonctionnement. A partir de la compréhension de la physique des dispositifs à avalanche, différentes structures de photodiodes à avalanche en Si ont pu être étudiées, notamment les photodiodes qui présentant une des différentes couches de multiplication [4].

L'étude, la simulation ainsi que les résultats de simulation seront présentés pour ce type de photodiode.

L'outil de simulation utilisé dans ce travail est le logiciel TCAD-SILVACO [5]. Ce logiciel permet de concevoir et prévoir les performances des dispositifs à base de semi - conducteur grâce à ses modules de simulation (ATLAS). La simulation du comportement électrique de dispositif, a été réalisée au moyen de l'outil ATLAS.

Dans ce contexte, notre travail consiste à étudier et optimiser les caractéristiques électriques d'un composant optoélectronique, appelé photodiode à avalanche (APD) afin d'améliorer leur performances. C'est autour de cet axe que ce mémoire a été mené et sera présenté.

Le premier chapitre présente les généralités sur les photodiodes particulièrement la photodiode à avalanche en présentant leur principe de fonctionnement et leur caractéristique électrique.

Le deuxième chapitre présente le logiciel de simulation TACD-SILVACO, et sont modules de simulation ATLAS pour la simulation du comportement électrique des composants optoélectroniques, et comment l'utiliser pour développer des programme de simulation qui permet le calcul numérique des caractéristiques courant-tension des photodiodes à avalanche.

Le troisième chapitre présente les modèles physiques décrivant le comportement électrique des photodiodes à avalanche qui sont développés à l'aide d'outil de simulation Silvaco-Atlas, En commençant par les équations de base des semi-conducteurs, modèles de transport et modèle d'ionisation par impact . En terminant par un simple exemple de simulation.

Le quatrième chapitre étudie l'effet de la température et la concentration du dopage de la zone de multiplication sur les caractéristiques électriques de la photodiode à avalanche pour les deux modèles proposés. En suite l'effet de l'intensité de la lumière sur la caractéristique I-V, l'effet du dopage et la température sur la tension de claquage et le gain de multiplication.