

Introduction

Les détecteurs de particules sont employés dans la physique moderne qui s'intéresse à l'étude des plus petits constituants de la matière et les particules subatomiques invisibles. Les mesures dans ce domaines peuvent aider à comprendre les différentes et essentielles propriétés de ces particules. Ces mesures demandent des détecteurs très sophistiqués pour réagir avec les particules. Pour leur grande précision de mesure et leur simplicité de fabrication, les matériaux semiconducteurs sont de plus en plus utilisés.

Un composant à semiconducteur (AsGa ou Si) utilisé comme détecteurs de particules nucléaires est soumis à des fortes radiations peut devenir défectueux, ce qui change ces propriétés et diminue sans pouvoir de détection. Après irradiation, les effets observés sont les suivants : Changement dans la concentration des dopants, augmentation du courant de fuite et une réduction de l'efficacité de collection de charge (CCE : Charge Collection Efficiency) [1, 2, 3, 4].

La motivation de cette étude est basée sur le fait qu'un détecteur de particules peut être utilisé en mode direct (polarisation direct). En ce mode l'efficacité de collection de charge (CCE) peut atteindre 70 % à une tension 10 fois moins qu'en polarisation inverse [1, 5, 6]. En mode de polarisation inverse la tension de déplétion devient très compliquée pour des fortes radiations. Ceci peut provoquer de sérieuse limitation de travail de ce détecteur. Le mode de polarisation direct peut donc devenir une alternative.

Le but de la présente étude est principalement la simulation numérique des caractéristiques courant – tension (I-V) en mode direct avant et après irradiation, pour essayer d'en tirer des paramètres essentielles tel que l'énergie d'activation et la résistivité. Pour cela l'effet de la température et la dose des irradiations sont étudiés. Le composant à utiliser est une simple diode p-n-n à base de silicium. Ce travail est divisé en trois chapitres :

Dans le premier chapitre on donne des généralités sur les détecteurs de particules (définition, description et principe de fonctionnement). On parle du silicium comme un matériau semiconducteur utilisé dans les détecteurs. Ensuite on parle des performances des détecteurs à base de semiconducteurs dans un milieu radiatif et les dommages induits dans ceci. On termine enfin par

une explication des différents processus qui régissent le phénomène de transport dans les semiconducteurs de temps de vie (silicium non irradié) et de relaxation (silicium irradié).

Le deuxième chapitre est consacré à la résolution numérique des équations de base de la diode p-n-n en régime stationnaire. On commence d'abord, par définition du modèle physique de la diode, puis on présente les équations de transport qui gouvernent le comportement électrique de cette diode. La modélisation numérique consiste en une linéarisation des équations de transport en régime stationnaire par la méthode des différences finies. La résolution du système linéaire, ainsi obtenu est faite par méthode itérative de Newton.

Le troisième chapitre présente les résultats numériques obtenus pour une structure de type p-n-n. On donne d'abord des résultats expérimentaux qui seront le point de départ de notre discussion. Les résultats de la caractéristique courant – tension en polarisation directe sous l'effet d'irradiation (présence des pièges) sont donnés et discutés. Cette discussion est accompagnée par une analyse des paramètres qui décrivent la fonction $I(V_F)$. Ensuite, on présente l'effet de la température sur la caractéristique $I-V$ en polarisation direct avec le calcul de l'énergie d'activation à partir des paramètres de la fonction $I(V_F)$.

Le travail est achevé par une conclusion générale, où on donne une récapitulation de tous les résultats obtenus avec des perspectives.