

Introduction générale

Les habitants de la planète sont de plus en plus confrontés à des problèmes énergétiques et environnementaux largement reconnus à travers le monde, dont :

- La raréfaction des ressources primaires d'énergies
- Et le réchauffement de la planète par effet de serre.

La réponse à ces deux problèmes est un véritable défi qui nécessite d'agir en parallèle sur le développement des sources d'énergie renouvelables, ainsi qu'une consommation modérée des ressources énergétiques.

L'électricité photovoltaïque représente une énergie inépuisable puisqu'elle est directement générée à partir du soleil. Son développement est une réponse nécessaire aux questions énergétiques actuelles. Par contre, elle est limitée par son coût élevé et son rendement relativement faible. Réduire les coûts et augmenter les performances, est l'objectif principal pour rendre le solaire photovoltaïque compétitif.

Les cellules solaires photovoltaïques sont des dispositifs électroniques capables de faire la conversion de l'énergie lumineuse en un courant électrique.

Le principe de ces cellules est de forcer les électrons et les trous du matériau semi-conducteur les constituants, à se diriger chacun vers une face opposée du dispositif au lieu de se recombinaison simplement en volume. Ainsi, il apparaîtra une tension entre les deux faces, de la cellule comme une pile. Pour cela, on s'arrange à créer un champ électrique permanent au moyen d'une jonction p-n entre deux couches du semi-conducteur dopées respectivement p et n.

Suite à une excitation lumineuse, les photons d'énergie égale ou supérieure à la largeur de la bande interdite du semi-conducteur communiquent leur énergie aux atomes et une différence de potentiel est créée. L'effet photovoltaïque est basé donc, sur une bonne absorption de photons et une conversion très performante de l'énergie absorbée en charges électriques.

La cellule solaire photovoltaïque, est fabriquée par une succession d'étapes industrielles optimisées jour après jour afin d'arriver à des rendements de conversion les plus élevés possibles. Dans ce contexte, la formation de l'émetteur des cellules solaires par la technique de diffusion est une étape très importante dans le processus de fabrication. Cette diffusion qui correspond à la tendance à l'étalement des particules est déclenchée par une excitation énergétique apportée par la chaleur.

Dans ce travail nous allons essayer de réunir toutes les informations concernant la diffusion des dopants dans le silicium d'une façon générale et plus spécialement celle du phosphore, par le biais de la technique Lydop® (diffusion POCl_3).

Le premier chapitre est réservé à un rappel sur l'état de l'art des cellules solaires photovoltaïques.

Le deuxième chapitre donne le principal de ce qu'il faut savoir du silicium du point de vue cristallographique et électronique. Il décrit ainsi, la position de l'industrie photovoltaïque sur l'axe mondial de la production de l'énergie, en mettant l'accent principalement sur la place des cellules solaires à base de silicium cristallin.

La théorie classique de la diffusion des dopants dans le silicium cristallin ainsi que ses différents mécanismes sont traités dans le troisième chapitre. La compréhension des phénomènes de diffusion des dopants passe par le rappel des équations générales de Fick et surtout par une bonne connaissance des défauts ponctuels du silicium.

Il est important de signaler que les mécanismes de diffusion mettent en jeux les interactions du dopant avec les défauts ponctuels présents dans le silicium. Pour cela, nous avons rappelé les propriétés importantes de ces défauts.

Pour pouvoir arriver à tracer un profil de diffusion du phosphore dans le silicium cristallin, nous commencerons d'abord par solutionner les équations de diffusion à partir de la deuxième loi de Fick. Cette résolution est le fond du quatrième chapitre suivie d'une interprétation mathématique de l'équation de diffusion.

La simulation numérique est un moyen performant d'analyse et de compréhension des phénomènes physiques. L'objectif du cinquième chapitre est de proposer un modèle de simulation de la diffusion du phosphore dans le silicium cristallin en se basant sur les modèles déjà décrits dans la littérature.

Il s'agit donc, de rechercher le meilleur profil de distribution du phosphore dans les émetteurs des cellules solaires conventionnelles à base de silicium cristallin.

Nous élaborons ensuite, un modèle capable de reproduire efficacement les profils expérimentaux. Ce modèle sera intégré dans le code de simulation Athena de Silvaco® afin d'optimiser les performances de la cellule solaire photovoltaïque.