

Analyse de la neutralisation du dopant dans le silicium par l'hydrogène pour une corrélation avec la tension en circuit ouvert mesurée sur des cellules photovoltaïques.

BELFENACHE Djamel Eddine

Soutenue en: 2019

Abstract: La motivation des recherches entreprises dans cette thèse vise à renforcer les potentialités qu'offrent les films de polysilicium (poly-Si) en couches minces pour des applications photovoltaïques. Pour ce faire, il était d'une importance primordiale de passiver avec l'hydrogène les défauts inter – et intra – grains du poly-Si. Cependant, l'amélioration des propriétés électriques de ces films est accompagnée par une neutralisation des atomes dopants suite à la formation des complexes dopant-hydrogène. En outre, la concentration active du dopant est un paramètre crucial qui peut affecter les propriétés électroniques des dispositifs conçus à base de silicium. Ainsi, l'objectif principal de notre travail est d'analyser la neutralisation du dopant dans le monosilicium par l'hydrogène pour une éventuelle corrélation avec la passivation des défauts dans le poly-Si. En conséquence, des films de silicium monocristallin obtenus par la technique de fusion de zone et dopé uniformément au phosphore ou au bore ont été utilisés pour élaborer respectivement des diodes Schottky ou des jonctions n+p. Ces dernières ont été employées pour explorer la neutralisation des dopants par l'hydrogène en revanche le suivi de l'évolution de la tension en circuit-ouvert mesurée sur des cellules photovoltaïques n+pp+ à base du silicium polycristallin a été dédiée pour l'examen de la passivation des défauts inter – et intra – grains. Par ailleurs, les traitements d'hydrogénation ont été réalisés dans un réacteur Roth & Rau de PECVD du laboratoire ICUBE (ex. INESS) de Strasbourg (France) qui permet de créer des plasmas à décharge micro-onde assistée par la résonance cyclotronique électronique. L'analyse des résultats obtenus montrent que l'introduction de l'hydrogène dans le silicium cause une neutralisation du phosphore et peut même former des molécules de H₂. Proche de la surface de silicium, les molécules d'hydrogène forment des platelets et par la suite la diffusion de l'hydrogène en volume s'affaiblit tandis qu'une hydrogénation excessive donne lieu à de nouveaux défauts qui dégradent les propriétés électriques en particulier la tension en circuit-ouvert. Egalement, l'hydrogène neutralise le bore dans les jonctions n+p et provoque un gradient de concentration entre la limite de la zone de charge d'espace (ZCE) et la profondeur de la région p. En conséquence, nous avons admis l'existence d'un champ électrique qui encourage une diffusion profonde des atomes d'hydrogène en volume de la région p. A ce stade, un mécanisme de diffusion et de passivation des défauts dans les cellules photovoltaïques n+pp+ en polysilicium a été proposé. Aussi, il a été constaté que la désactivation du dopant s'effectue dans une région électriquement neutre qui agit comme une couche tampons résistive à faible mobilité près de la surface de l'émetteur n+ et proche de la jonction, ce qui entraîne une réduction du nombre de porteurs de charge recombinés à la surface avant et aux bords de la cellule photovoltaïque. C'est pourquoi, la tension en circuit-ouvert s'améliore au fur et à mesure que la concentration du dopant inactif augmente dans les cellules solaires à base du silicium polycristallin.

Keywords : passivation, plasma, Cellules photovoltaïques, Hydrogénation