ONERA
THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Etude des états de charge des bilacunes et de l'impact dans les niveaux de courants d'obscurité dans les photodiodes silicium

Référence : **PHY-DPHY-2024-14**
(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 2024	**Date limite de candidature :** mars 2024

Mots clés

Défauts dans matériaux semi-conducteurs, silicium, Courant d'obscurité, Modélisation Monte Carlo, Méthodes Premiers Principe

Profil et compétences recherchées

Nous recherchons un(e) étudiant(e) Physicien Master et/ou 5ème année école d'ingénieur ayant des connaissances de physique générale, physique du solide, physique des matériaux. Le projet étant principalement théorique, l'étudiant(e) devra montrer un goût prononcé pour la modélisation.

Les écoles et formations types : Master Physique, Physique de la matière, Physique du solide, modélisation physique, physique informatique

Ecoles d'ingénieurs (INSA Lyon, Toulouse, Rennes, Polytech, Telecom Physique Strasbourg, PHELMA, etc.)

Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

Les capteurs d'images utilisés sur les satellites sont très sensibles aux rayonnements de l'environnement spatial (protons et ions énergétiques > 10 MeV). Les rayonnements des ceintures de radiation produisent des défauts de structures (lacune, interstitiel, bilacunes, etc.) qui, dans le mode de fonctionnement des imageurs, sont source de courants parasites. Le pixel délivre un faible courant même en l'absence d'excitation lumineuse. Les niveaux d'énergies introduits dans la bande interdite du semi-conducteur favorisent le passage de porteurs de la bande de valence à la bande de conduction. Les particules comme les protons, entraînent donc ce que l'on appelle une augmentation des courants d'obscurité. Cette augmentation du bruit de fond des images, peut être critique pour certains systèmes et certaines missions. Cela pousse la communauté spatiale (CNES, ESA, industriels) à développer des méthodes de prédiction de ces courants d'obscurité.

Une méthode de prédiction de ces courants d'obscurité a été développée à l'ONERA. Le principe consiste à reproduire le processus stochastique de création de défaut et de l'augmentation consécutive du courant d'obscurité, par la méthode de Monte Carlo. Cette méthode a montré son efficacité, cependant les forts niveaux de courants sont assez mal reproduits. Les raisons de cette imprécision reposent sur le fait que des phénomènes d'amplification électrique existant à l'échelle des défauts sont négligés dans la simulation. Le but est donc de prendre en compte un phénomène d'amplification particulier lié à l'état de charge des défauts produits par l'irradiation.

En effet, les bilacunes présentes en grande quantité dans le silicium irradié, peuvent présenter différents états de charge (+, 0, - , --). Or, le niveau de charge des défauts évolue au gré des échanges de charge entre bilacunes voisines. Cela conduit, dans des zones de forte concentration en bilacunes, à une surreprésentation de certains états de charge, et ainsi à une augmentation du taux de génération de porteur. C'est ce mécanisme que l'étudiant(e) devra modéliser. Il faudra utiliser pour cela des résultats de simulation DFT et des simulations de dynamique moléculaire. L'étudiant(e) s'appuiera sur la très longue expérience du CEA et du LAAS dans ce domaine. Une fois ce mécanisme compris, on pourra l'implémenter dans la simulation Monte Carlo des courants d'obscurité. La comparaison avec des résultats de mesures permettra de valider l'approche.

Ce travail fait donc appel à différents niveaux de simulation (premier principe, dynamique moléculaire, Monte Carlo), pour lesquels le CEA, le LAAS et l'ONERA ont une grande expérience. L'étudiant(e) pourra s'appuyer sur des codes et données existantes. Il/elle sera amené(e) aussi à développer lui/elle-même des modèles et ses propres simulations.

Collaborations envisagées **Financement : 50% CEA 50% ONERA** ONERA/LAAS/CEA	
Laboratoire d'accueil à l'ONERA Physique, instrumentation, environnement, espace Lieu (centre ONERA) : Toulouse Contact Toulouse : Christophe Inguimbert Tél. : 05 62 25 27 34 Email: christophe.inguimbert@onera.fr **Laboratoire d'accueil au LAAS/CNRS** M3 - Multi-scale Modeling of Materials Lieu : Toulouse Contact Toulouse : Anne Hemerick Tél. : 05 61 33 64 94 Email : anne.hemeryck@laas.fr	**Co-Directeur de thèse** Nom : Christophe Inguimbert Laboratoire : ONERA-DPHY Tél. : 05 62 25 27 34 Email : christophe.inguimbert@onera.fr **Co-Directeur de thèse**: Nom : Anne Hemerick Laboratoire : M3/LAAS/CNRS Tél. : 05 61 33 64 94 Email : anne.hemeryck@laas.fr

Pour plus d'informations : https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche