



DEPARTEMENT PHYSIQUE INSTRUMENTATION ENVIRONNEMENT ESPACE (DPHY)

RÉORGANISATION ET EFFETS DES DÉFAUTS EN VOLUME DANS LES IMAGEURS IRRADIÉS

Soutenance de thèse de Kévin LEMIERE

3 décembre 2020 – 14:00

Auditorium de l'ONERA Toulouse

Devant le jury :

- ✚ ALMUNEAU Guilhem (LAAS-CNRS, Toulouse)**
- ✚ DUSSEAU Laurent (Institut d'Electronique et des Systèmes, Montpellier)**
- ✚ GRAVRAND Olivier (CEA LETI, Grenoble) (rapporteur)**
- ✚ INGUIMBERT Christophe (ONERA DPHY, Toulouse) (Directeur de thèse)**
- ✚ ZAPOLSKY Helena (Groupe de Physique des Matériaux, Université de Rouen) (rapporteuse)**

RESUME

Les capteurs d'image embarqués à bord des satellites, également appelés imageurs, jouent un rôle crucial pour le bon déroulement des missions spatiales. Cependant, ces matrices de pixels sont sensibles aux particules énergétiques issues des diverses sources de rayonnement de l'environnement spatial. Dans certains cas, les interactions entre le rayonnement énergétique et la matière modifient la structure cristalline du semi-conducteur qui compose la zone sensible du pixel. Par la suite, les défauts cristallins produits lors de l'irradiation vont se réorganiser pour former des entités électriquement actives et stables dans le temps. Ces défauts, également appelés pièges, vont contribuer à augmenter le signal parasite intrinsèque à chaque pixel : le courant d'obscurité. Après irradiation et sans exposition lumineuse, une augmentation de l'amplitude moyenne du courant d'obscurité ainsi que sa disparité entre chaque pixel est observée. La distribution des courants d'obscurité (également appelée « Dark Current Non Uniformity » en anglais, abrégé DCNU) évolue dans le temps avec le niveau d'irradiation. La thèse vise à apporter des éléments de compréhension pour améliorer l'estimation de l'augmentation du courant d'obscurité après irradiation. Les travaux de recherche menés au cours de cette thèse se focalisent en grande partie sur la prédiction du nombre et de l'intensité des pixels fortement dégradés, car ce sont les plus pénalisants pour le fonctionnement nominal d'un imageur. La méthode de prédiction des distributions de courant d'obscurité post-irradiation développée par l'ONERA (DAAN) a été améliorée par l'adjonction de nouveaux modèles. Les travaux de thèse ont permis dans un premier temps d'améliorer la prise en compte des effets du champ électrique sur l'estimation du courant d'obscurité, grâce à l'utilisation d'un modèle original d'effets de champ électrique en trois dimensions développé

au cours de la thèse. La prédiction des courants d'obscurité repose sur l'hypothèse de la proportionnalité du courant à la dose de dommage. Le facteur empirique utilisé prend en compte implicitement tous les effets de recuits et d'amplification comme ceux amenés par la présence d'un champ électrique. Afin de s'affranchir de l'utilisation de ce coefficient empirique, un modèle de réorganisation des défauts cristallins, basé sur un algorithme de type Kinetic Monte Carlo, a été développé et étudié. Dans un dernier temps, ce modèle de réorganisation a été intégré à une chaîne de simulation multi-échelle dédiée au calcul du courant d'obscurité. Cette nouvelle méthode de calcul comprend une application GEANT4, l'algorithme Kinetic Monte Carlo et l'outil de calcul prédictif du courant d'obscurité. Les résultats de cette chaîne de simulation montrent qu'elle est une alternative prometteuse à l'utilisation du coefficient empirique largement utilisé dans la littérature.