

Modéliser le comportement des composants microélectroniques soumis à l'environnement spatial pour prévoir leur durée de vie

Laurent ARTOLA

Thèse soutenue le 20 octobre 2011

Ecole doctorale : ED 323 (GEET) - Génie Electrique, Electronique,
Télécommunications - Toulouse

Titre de la thèse

Étude et modélisation des mécanismes de transport et de collection de charges dédiées à la prédiction de SEE dans les technologies fortement intégrées

Encadrement

Département Environnement Spatial (DESP)

Encadrant : Françoise Bezerra – CNES

Directeur de thèse : Guillaume Hubert - ONERA

Université
de Toulouse

Devenir professionnel

Laurent Artola est ingénieur de recherche au Département Environnement Spatial de l'ONERA, embauché à l'issue de son contrat de thèse..

Contact : Laurent.Artola@onera.fr

Étude et modélisation des mécanismes de transport et de collection de charges dédiées à la prédiction de SEE dans les technologies fortement intégrées

Laurent
ARTOLA

Résumé

L'environnement radiatif naturel est connu pour être une source de disfonctionnement en microélectronique depuis de nombreuses années. Des particules telles que des neutrons, protons, ions lourds, ont été identifiées comme responsable d'erreurs de fonctionnement (SEE) dans des composants? Il est primordial pour les acteurs du domaine spatial et avionique de pouvoir évaluer ce risque. C'est dans ce contexte qu'une nouvelle méthodologie de prédiction est proposée afin d'estimer le taux opérationnel d'erreurs vis-à-vis du risque SEE dans des composants toujours plus intégrés embarqués en vol. Des travaux TCAD ont permis d'identifier les mécanismes physiques de transport / collection et de déterminer les paramètres technologiques critiques qui influent sur le comportement des transistors MOS. Ces travaux démontrent qu'il est indispensable de modéliser dynamiquement le coefficient de diffusion ambipolaire et la vitesse de collection. C'est sur la base de ces travaux que le modèle ADDICT (Advanced Dynamic Diffusion Collection Transient) a été proposé. Une partie significative des travaux s'est focalisée sur la validation de ce modèle de courant transitoire par des comparaisons avec des données expérimentales et de simulations TCAD. Afin d'étudier les SEU / MBU, un nouveau critère de basculement a été proposé, le couplage de ce critère ADDICT constituant une nouvelle méthode de prédiction. Cette méthode a été confrontée avec des sections efficaces expérimentales issues de la littérature ou bien de campagnes de test (mémoires SRAM de 0.25 μm à 65 nm). Enfin, le modèle ADDICT a été évalué dans le cadre d'expériences embarquées en ballon de mémoires SRAM 90 nm commercial Cypress. Cette phase a permis de démontrer la pertinence d'ADDICT dans le cas opérationnel.

Comparaison de sections efficaces SEU obtenues expérimentalement, Cypress

(carrés noirs vides), IBM (ronds rouges vides), ATMEL (triangles verts vides) et par calcul

ADDICT pour des mémoires SRAM 0.25 μm (ronds bleus pleins) suivant les données technologiques ITRS et avec une enveloppe d'estimation calculée pour les 3 mémoires SRAM.

