



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED KHEIDER DE BISKRA.

FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

N° d'ordre :

Série :

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de Magistère en

ELECTRONIQUE

Option

ARCHITECTURE DES SYSTEMES

Intitulé :

**Simulation du profil du potentiel dans
les CCD irradiés**

Par : **DEJENDAOUI Dahmane**

Soutenu le : .../.../..... devant le jury :

Président : SENGOUGA Nouredine	Pr	Université de BISKRA
Rapporteur : DEHIMI Lakhdar	MC	Université de BISKRA
Examineur : KHELIFA Ali	M.A.C.C	Université de BISKRA
Examineur : MEFTAH Amjad	M.A.C.C	Université de BISKRA
Examineur : MEFTAH Afak	M.A.C.C	Université de BISKRA
Invité : OULMIT Salim	M.A.C.C	Université de BISKRA

Année universitaire 2005/2006

ملخص:

تستعمل العناصر ناقلة الشحنة (CCDs) في المجالات الفيزيائية ككاشف للجزيئات وذلك بسبب دقتها العالية ونظرا لهذه الخاصية أعتمد استعمالها في المسرعات ذات الطاقة العالية (LCFI) ولكن كفاءتها تنقص مع الزمن بسبب العيوب. وقد قمنا بدراسة نظرية أحادية المنحى لأجل معرفة منحى الكمون و إنتقال الشحنة ومدى تأثير الكمون بتغيير التطعيم وعمق العازل في وجود وعدم وجود العيوب وأيضا قمنا بمحاكاة BCCD لأجل معرفة انتقال الشحنة وتأثرها بالعيوب في التركيبة. و النتائج التي تحصلنا عليها نظريا و محاكاة موافقة لبعضها البعض. ومقبولة مع النتائج التجريبية وكلها تبين أن كمون السطح يتأثر بتغيير كمية الشحنة و تغيير عمق العازل و كذا نوع العيب الموضوع.

Résumé

Les dispositifs à transfert de charge (CCD: charge coupled device) ont trouvé des applications dans le domaine de la physique énergétique comme une base de détection de particules (transducteurs). A cause de leurs haute précision et haute résolution les CCD seront utilisés comme détecteurs de particules dans les accélérateurs linéaires de haute énergie. Dans leur opération, ils sont soumis aux effets des particules, ce qui entraîne la dégradation de leur performance. Ce travail est une étude par simulation des effets des pièges créés par les radiations sur les circuits à transfert de charge d'une structure BCCD (Buried charge coupled device) à base de Silicium. L'étude est faite en deux volets ; le premier volet est une étude analytique monodimensionnelle, et le deuxième, un programme développé en utilisant la méthode des différences finies pour la résolution numérique bidimensionnelle. Ce travail consiste en une étude du comportement du profil de potentiel et du transfert de signal de paquet de charge en fonction de l'épaisseur d'oxyde à l'interface, la densité de dopage et la polarisation en absence et en présence des pièges. Les résultats obtenus analytiquement et numériquement sont en général en bon accord avec les résultats monodimensionnel expérimentaux et montre que le profil de potentiel est varié par la variation de l'épaisseur d'oxyde, le dopage, et la quantité de paquet de charge et aussi l'existence des pièges.

ABSTRACT

The charge coupled devices (CCD) is used as sensors for tracking application in high energy physics. For their high precision and high resolution, CCDs will be used in the future linear collider. During their operation, CCDs will be subjected to high particle fluences, which will lead to the degradation of their performance. This work is a simulation study of the effect of traps created by irradiation on a silicon buried charge coupled device (BCCD). Two methods were used in this study. The first one is a one dimensional analytical simulation. In the second, the finite difference method is used for two dimensions of simulation. The potential profile and the signal charge pocket transfer as a function of the length of the oxide interface, the doping density and the applied voltage in the absence and presence of traps were calculated. The obtained results by analytical and numerical calculation are in a good agreement with experimental one dimensional result, and this results show that the potential are varied if the dioxide thickness, the doping, and the packet charge are varied.

Sommaire

Sommaire

ملخص	i
Remerciement	ii
Sommaire	iii
List des figures	vi
Introduction Générale	1
Chapitre I: Généralité sur les circuits à transfert de charge CCD	
I.1. Introduction	3
I.2 Principe de fonctionnement	3
I.2.1 Structure de base du CCD	3
I.2.2 Description et organisation du CCD	5
I.3. Etude du transfert	10
I.3.1 Les effets de transfert	10
I.3.2. Mécanismes du transfert	10
Champ self-induit	10
Diffusion thermique	11
Champ de bord	11
I.3.3. Inefficacité de transfert	11
I.4. CCD à canal enterré – BCCD	12
I.4.1. Capacité MOS _n Sp en régime de déplétion profonde	12
I.4.1.1. Configuration de la structure	12
I.4.2. Structure du BCCD	16
I.5. Les détecteurs au semiconducteur	16
I.5.1. Interaction radiation-détecteur	17
I.5.2. Les pièges et les centre de génération recombinaison	18
I.6. Statistiques de génération recombinaison	20
I.6.1. Taux de recombinaison	20
I.6.2. Densité de pièges ionisés	21
I.7. Le CCD comme un détecteur	22

Chapitre II: Etude du modèle analytique et numérique

II.1. Introduction	24
II.2. Le modèle analytique	24
II.2.1. Equations générales	24
II.2.2. Transfert par champ self-induit	29
II.2.3. Transfert par diffusion thermique	30
II.2.4. Transfert par l'effet de bord	32
II.2.5. Le potentiel dans la structure	33
II.3. Le modèle numérique	37
II.3.1. Les de bases	37
L'équation de poisson	37
Les équations de continuités	37
La mobilité	38
Taux de recombinaison	38
II.3.2. Méthode des Différences Finies (MDF)	39
II.3.3. Discrétisation spatial des équations	40
II.3.3.1. L'équation de Poisson	40
II.3.3.2. L'équation de continuité	41
II.3.3.3. Conditions de limites	44
II.3.3.4. conditions sur l'interface d'oxyde	45
II.4. L'algorithme de solution	45
II.5. L'algorithme général	45

Chapitre III: Résultats et discussion

III.1. Introduction	48
III.2. Les résultats de modèle analytique	48
III.3. Les résultats de modèle numérique	54
III.3.1. la structure sans pièges	58
Le profil du potentiel	58
Le transfert de charge	61
III.3.2. la structure en présence des pièges	64
Le profil du potentiel	64
Le transfert de charge	65

III.3.3. Etude comparative	66
Le profil du potentiel	67
Le transfert de charge	69
Conclusion générale	70
Bibliographie	72
Annexe A	74
Annexe B	75