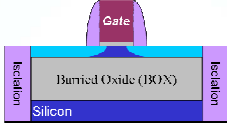


CONCEPTION, FABRICATION ET EXPLORATION D'UN TRANSISTOR NANOMÉTRIQUE SUR UN SOI AVEC UN DIÉLECTRIQUE ALTERNATIF CONTRAINT À FORTE CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

Coordinateur du projet : M. KOSTRZEWA (marek.kostrzewa@cea.fr)
 Représentant du projet : Y. LAMRANI (younes.lamrani@cea.fr)

Contexte

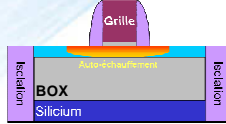
Intérêt des substrats SOI



Buried oxide → Silicon On Insulator : SOI

- ✓ Réduction de la puissance consommée,
- ✓ Amélioration du fonctionnement en haute fréquence,
- ✓ Isolation électrique total du composant,
- ✓ Réduction de la taille des composants, etc.

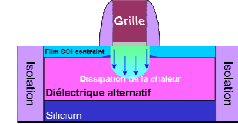
Problématique



Apparition du phénomène d'auto-échauffement avec l'augmentation du niveau d'intégration

- * Grande différence entre les conductivités thermiques : $\kappa_{th}(Si) \approx 100 \times \kappa_{th}(SiO_2)$
- * → Phénomène d'Auto-échauffement
- * → Dégradation de la mobilité des porteurs et des performances électriques

Une solution prometteuse



Remplacement du BOX par un empilement de diélectriques alternatifs

- Un diélectrique alternatif possédant :
- ✓ Une bonne conductivité thermique → meilleure dissipation de la chaleur
 - ✓ Une contrainte initiale → transfert des contraintes vers le film SOI
- Amélioration de la mobilité des porteurs en limitant l'auto-échauffement ET en transférant les contraintes vers le film actif

Objectifs

Le projet EXTRADA a pour but le développement d'une technologie SOI innovante ayant une couche de Nitrure enterrée et d'y intégrer des transistors SOI

- Etudier l'impact théorique du nitrure enterré sur les performances des transistors FDSOI,
- Acquérir les connaissances critiques pour maîtriser le report de la contrainte et le contrôle des aspects thermiques → anticiper les futurs effets sur les prochaines générations de dispositif (feuille de route ITRS), ainsi que de considérer cette brique technologique pour d'autres domaines d'applications
- Fabriquer des substrats SOI innovants (en 200 et 300mm) contenant du nitrure enterré et en utilisant le procédé smart cut™
- Valider expérimentalement l'intérêt du nitrure à travers une intégration de transistors FDSOI sur ces substrats en 200mm.

Consortium et Organisation

Le consortium impliqué dans ce projet est à la pointe des travaux dans le domaine de développement des substrats SOI alternatifs et leur validation. Ce consortium est composé de sociétés et de laboratoires de recherche de renommée internationale qui se partagent les quatre tâches suivantes:

Tâche 1 : Simulations

- ✓ Simulation thermique et électrostatique
- ✓ Comportement simulé de circuits
- ✓ Définition de spécifications matériaux

CEA-LETI / ST / IMEP

Tâche 2 : Elaboration des substrats

- ✓ Etude et réalisation de substrats prototypes à Si_3N_4 enterré (200 et 300 mm)
- ✓ Simulation thermomécanique
- ✓ Propriétés thermiques, électriques et optiques

SOITEC / LETI / ST / LPM / IMEP

Tâche 3 : Validation

- ✓ Fabrication des composants
- ✓ Tests électriques MOS
- ✓ Mesure locale de température
- ✓ Mesure de contraintes

LETI / ST / CPMOH / LPST

Tâche 4 : « Benchmarking »

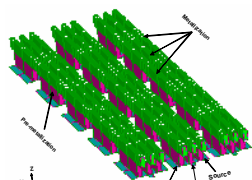
- ✓ Perspectives sur l'apport de substrats SOI alternatifs par rapport aux SOI conventionnels

ST / SOITEC / CEA-LETI

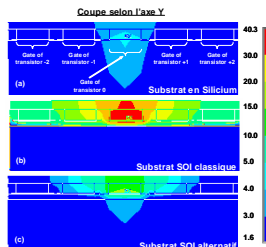
Premiers résultats et perspectives

« Le projet EXTRADA a démarré en février 2007 »

Simulations thermiques



- Matrice de 3x5 transistors identiques finement modélisés
- Puissance dissipée de 1mW/μm à travers le canal du MOS central

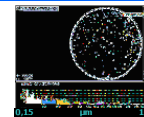


Distribution de la température dans la structure calculée à l'aide d'ANSYS

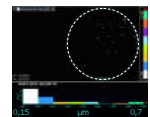
L'utilisation d'un empilement de diélectriques alternatif avec une forte conductivité thermique (~ 10 x celle de SiO_2) améliorera sûrement la dissipation de la chaleur dans les composants

Faisabilité des substrats SOI alternatifs

Etude de la compatibilité du nettoyage avec le collage direct en utilisant la technique SP1



Avant le nettoyage

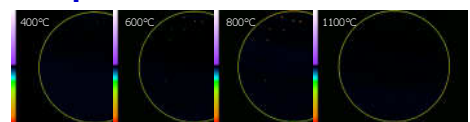


Après le nettoyage

Bonne efficacité d'enlèvement de particules

Nettoyage compatible avec le procédé Smart Cut™

Etude de la défektivité du collage en fonction de la température en utilisant la technique de microscopie acoustique



Transfert Smart Cut™

- ✓ Si_3N_4 + oxyde
- ✓ Si_3N_4 sans oxyde

bonne qualité de transfert en cours de développement

Perspectives

- ✓ Simulations mécaniques du transfert des contraintes vers le film actif,
- ✓ Caractérisation mécanique par diffusion Raman,
- ✓ Mesures des propriétés thermiques des films de nitrure,
- ✓ Caractérisation thermique des substrats par la méthode thermoreflectance picoseconde,
- ✓ Caractérisation électrique avec la technique pseudo-MOSFET