

Imm
S. Bollaert
Coordonateur

- Epitaxie
- Technologie MOS
- Caractérisations électriques

CiMap
P. Ruterana

- Observations MET

CEA-LETI
F. Martin

- Oxydes ALD
- Caractérisations oxyde

IEF
J. S'-Martin

- Monte Carlo

OMMIC
H. Maher

- HEMTs 50nm
- Benchmarking

Motivations-Objectifs

Systèmes électroniques autonomes haut débit nécessitent réduction consommation

Autonomie < 100µW

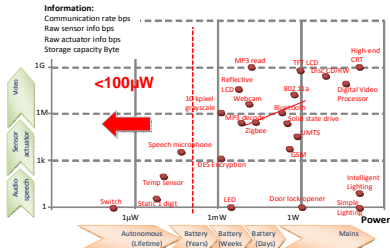
Composants actuels (alimentation ~ 1 V, 100µW/µm) ne permettent pas autonomie

Objectifs

Atteindre < 10µW/µm
Par réduction alimentation ~ 100mV en conservant performances fréquentielles, bruit...

Solutions envisagées

- Problème: pour faible tension performances dégradées avec technologie actuelle
- Compensation par utilisation matériaux haute mobilité III-V: InGaAs~10 000cm²/Vs, InGaSb~20 000cm²/Vs
 - 20 à 40 fois plus grands que pour silicium
- Topologies MOSFET ou MOSHEMT:
 - Rapport aspect plus favorable
 - Compatibilité technologie silicium
 - Suppression courant fuite grille (antimoine)
- Challenge:
 - Oxyde haute qualité sur III-V: ALD
 - MOSFET ou MOSFET performants
 - Comportement à 100mV



Information versus puissance pour CMOS d'après E. Aarts et al. "IC design challenges for ambient intelligence" Design, Automation, and Test in Europe Date: 2003

Croissance matériaux

Matériaux III-V

- Croissance sur InP 2 pouces, bâti sources solides RIBER Compact 21TM
- Optimisation de la relaxation de contrainte par réseau de dislocations d'interface

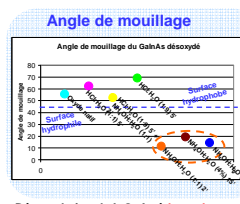


Mesures Hall
μ=25 000cm²/Vs
Ns=1.5 10¹²/cm²

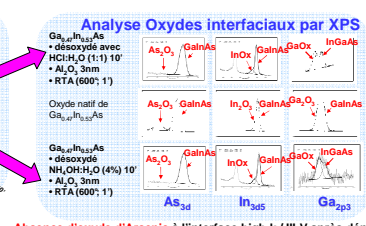
Oxyde ALD

Croissance du diélectrique Al₂O₃ sur InGaAs au CEA-LETI par Atomic Layer Deposition (ALD) avec TMA/H₂O

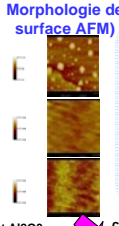
Objectif: rendre la surface favorable à la croissance ALD (sites OH) avec reoxydation contrôlée
-Évaluation de l'attaque de l'oxyde natif de InGaAs et de la mouillabilité nécessaire au régime de croissance 2D de la couche d'Alumine.
-Corrélations XPS /AFM et ATR/FTIR: confirmation de l'effet de réduction de As-O par Triméthyl aluminium
En cours: évaluation de l'effet des recuits sur oxydes d'Indium et Gallium et fourniture d'échantillons pour études électriques
-Effet du procédé sur le « pinning » du niveau de Fermi par les oxydes d'interface



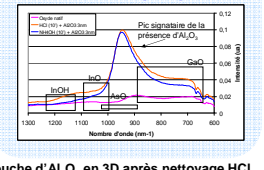
Désoxydation de InGaAs à base de NH₄OH permet d'obtenir une surface hydrophile.



Absence d'oxyde d'Arsenic à l'interface high-k / III-V après dépôt Al2O3 et recuit: effet « self cleaning » du Triméthylaluminium sur As-O



Morphologie de surface (AFM) en cours d'évaluation: ATR-FTIR -identification des pics pertinents



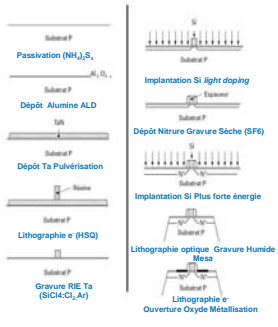
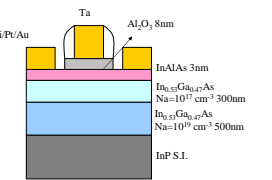
couche d'Al₂O₃ en 3D après nettoyage HCl croissance 2D après nettoyage NH₄OH

Technologie

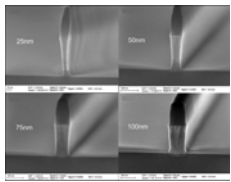
MOSFET III-V

- Programme:
- Phase 1 (T18): InGaAs
 - Briques technologiques base
 - MOSFET-MOSHEMT InGaAs
 - Phase 2: InGaSb, antimoniés

MOSFET ou MOSHEMT

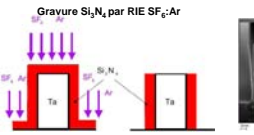


Empilement de grille



Gravure RIE SiCl₄/Cl₂ /Ar du Tantale
vitesse de gravure
-Ta entre 25 et 40nm/min
-Al₂O₃ 2nm/min.

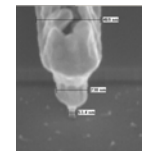
Espaceurs



HEMT 50nm

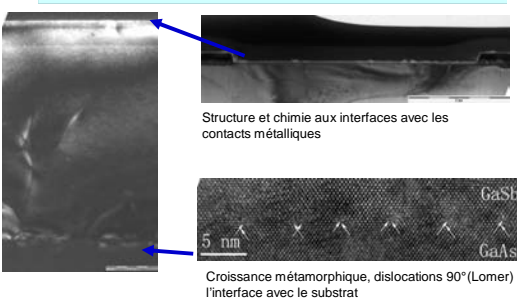
Objectif:
-Évaluation par comparaison « technologie » Industrielle haute performances

Fréquence de coupure 400GHz



- Développement filière HEMTs 50nm InAlAs/InGaAs
- Optimisation structure couche par Monte Carlo

Observations MET

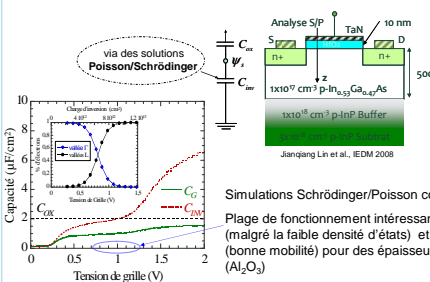


Structure et chimie aux interfaces avec les contacts métalliques

Croissance métamorphique, dislocations 90° (Lomer) à l'interface avec le substrat

Simulations Monte Carlo

• Contrôle de charges



• Simulations de dispositifs

