

Sujet de thèse 2008

«Elaboration de nouvelles structures de transistors MODFET sur SGOI »

ENCADRANTES : **I. BERBEZIER** (équipe NSE) - **S. ESCOUBAS** (équipe Contraintes)

Contexte de l'étude :

Avec la réduction ultime des tailles des puits quantiques indispensable pour les nouvelles générations de composants, l'incorporation des dopants dans des jonctions ultra-fines est redevenue un challenge extrêmement important. Par ailleurs, les nouveaux pré-requis de ces couches qui consistent à posséder 0-défaut et à avoir des profils de dopage très abrupts, empêchent toute possibilité d'incorporer les dopants par implantation ionique. Pour être réalisables en pratique, de telles spécifications nécessitent des techniques non-standard de dopage, telles que l'incorporation in situ par dépôt à basse température.

L'augmentation de la mobilité des électrons (i.e. 3-5 fois celle du silicium massif) dans des puits quantiques à modulation de dopage de Si contraint en tension a généré une longue histoire de développements de composants basés sur l'ingénierie des contraintes, tels que les transistors à effet de champ à modulation de dopage (MODFET) $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ à canaux de type n. Il a été démontré que ces transistors MODFET $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ consommaient une puissance plus faible et avaient une caractéristique de bruit plus faible que les transistors bipolaires à hétérojonction (HBT). Récemment, de nouvelles générations de structures MODFET à canal n et à haute mobilité d'électrons réalisés sur des couches ultra-fines de $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ sur isolant (SGOI), ont montré qu'ils pouvaient présenter des performances en radio fréquence (RF) largement améliorées. Les pré-requis pour la fabrication de tels composants reposent dans le développement de couches épitaxiales très fortement dopées avec un dopage de type n abrupt.

Dans ce contexte le but du stage sera de réaliser par épitaxie par jet moléculaire à basse température des structures MODFET sur SGOI avec des interfaces abruptes et des contraintes parfaitement contrôlées. La diffusion aux interfaces et notamment l'influence de la contrainte et des dopants sur cette diffusion sera étudiée. La qualité cristalline des « pseudo-substrats » SGOI et l'état de contrainte dans le canal feront également l'objet d'investigations poussées.

Techniques expérimentales :

Les principales techniques utilisées seront :

- 1) la croissance par épitaxie par jet moléculaire (EJM) avec différentes techniques d'analyse de surface et de diffraction in situ (XPS, Auger, LEED, RHEED);
- 2) la diffraction et réflectivité de rayons x ;
- 3) la microscopie à force atomique (AFM) et la microscopie électronique en transmission haute résolution (HRTEM).
- 4) différentes techniques de caractérisation électrique (C(V), I(V)) et optique (photoluminescence) seront utilisées en collaboration.

Collaborations :

Le sujet s'inscrit dans une politique de collaborations avec différents groupes de renommée internationale, en particulier : Univ. Stuttgart, Allemagne (Prof. E. Kasper), Univ. Padova (Prof. M. Berti), Univ. Manchester UK (Prof. T. Peaker), Univ. Monastir Tunisie (Prof. H. Maaref), Institut FZJ Julich Allemagne (Dir B. Voigtlander), Univ. Rome Italie (Prof. M. De Crescenzi), Univ. Virginia USA (R. Hull), NRCC Ottawa Canada (Dir N. Rowell), Univ. Tokyo (Prof. S. Nozaki)

Insertion des étudiants précédents (équipe Nanostructures) :

- J.Y. Natoli : Professeur (Institut Fresnel)
- B. Gallas : Chercheur CNRS au Centre de Nanosciences (Jussieu) – CNRS
- M. Abdallah : Professeur (Univ. Beyrouth)
- F. Volpi : MDC au LTPCM-ENSEEG (Grenoble)
- A. Portavoce : Chercheur CNRS au L2MP
- A. Pascale : CDD à MINATEC Grenoble
- G. Pin : Responsable de projets (CDI) à TPLM Paris
- A. Karmous : Assistant professeur à l'Univ. Stuttgart - Allemagne

IM2NP

UMR 6242 CNRS – Universités d'Aix-Marseille Paul Cézanne, Provence et Sud Toulon Var
Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme - Case 142
Avenue Escadrille Normandie Niemen
13397 Marseille Cedex 20
France