

# Offre de Stage de Master 2

## Technologie avancée de plasma pulsé pour la structuration de Fins de Si à fort facteur de forme.

**Mots clés:** Technologies plasma pulsé, gravure plasma, Structures Si à fort facteur de forme (Fin), ultraminiaturisation, FinFET, microélectronique, ellipsométrie, XPS, MEB

### Contexte :

Aujourd'hui, les dernières générations de microprocesseurs sont basées sur des architectures tridimensionnelles FinFET avec des longueurs de canal (Fin) de l'ordre de 13-15 nm. Cette architecture est envisagée jusqu'au nœud technologique 3nm prévu en 2023. Au-delà, une transition vers des architectures plus complexes du type «Nanosheet» avec des dimensions encore plus agressives sera nécessaire (cf. Fig.1). La conséquence est que l'industrie du semi-conducteur fait face à un défi sans précédent, qui est **de structurer la matière dans des gammes de dimensions nanométriques avec une précision atomique dans des facteurs de forme toujours plus grands**. La problématique est que les technologies plasma existantes ne permettent plus de répondre au contrôle atomique de la gravure. Pour relever le défi de l'ultra-miniaturisation, il faut introduire des technologies plasma en rupture qui offrent de nouvelles fonctionnalités pour structurer la matière. C'est ce que le LTM se propose de faire en collaboration avec Applied Materials, premier équipementier de la microélectronique. Le LTM vient d'acquérir un réacteur industriel ICP de dernière génération (SYM3 d'Applied Mat.), équipé de technologies avancées de plasma pulsé. Pulser le plasma consiste à moduler en impulsion courte (« on » et « off ») la puissance RF injectée dans le plasma (source) et la puissance RF de polarisation appliquée au substrat (bias) (cf. Fig2). La notion de modulation offre une multitude de modes de fonctionnement des sources plasma qui vont permettre de moduler le flux et l'énergie des ions sur des échelles de temps de quelques dizaines de  $\mu\text{s}$ , mais également de moduler la chimie du plasma.

### Objectif :

Dans ce contexte, l'objectif du stage de Master est d'apporter les premières briques expérimentales qui permettront de mieux comprendre le mode de fonctionnements des sources plasma pulsées. Cette compréhension s'appliquera au développement de procédés de gravure dédiés à la structuration de motifs de silicium à fort facteur de forme (Fins). Pour cela, l'étudiant étudiera les interactions plasma/surface mises en jeu lors de la gravure de silicium selon les modes et les paramètres pulsés utilisés, en combinant : 1) la mesure des cinétiques de gravure en temps réel par ellipsométrie et 2) la modification des surfaces par XPS. De plus, il étudiera à partir de microscopie électronique à balayage l'évolution des profils des motifs en Si en fonction des différents paramètres de pulse. Ces premières études permettront d'identifier les modes pulsés les plus appropriés pour le gravure de motifs à fort facteur de forme.

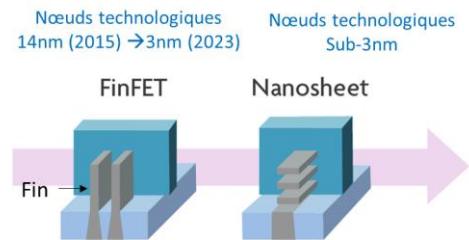


Fig.1: Architecture tridimensionnelle des transistors MOS

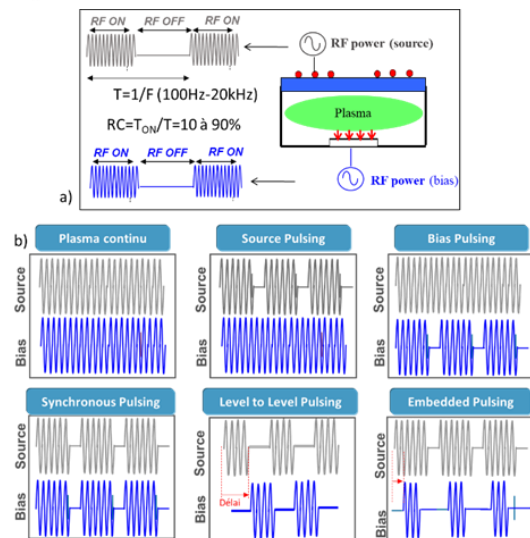


Figure 2: a) Principe du plasma pulsé; b) Technologies avancées de plasma pulsé disponibles sur la SYM3

Laboratoire d'accueil:  
**Laboratoire des Technologies de la Microélectronique (LTM/CNRS)**  
 17 avenue des martyrs  
 38054 GRENOBLE cedex 9

✓ Formation Requisite: M2  
 ✓ Durée: 6 mois  
 ✓ Début: mars 2022

### POSTULER

Envoyez votre candidature avec CV à :  
[erwine.pargon@cea.fr](mailto:erwine.pargon@cea.fr)