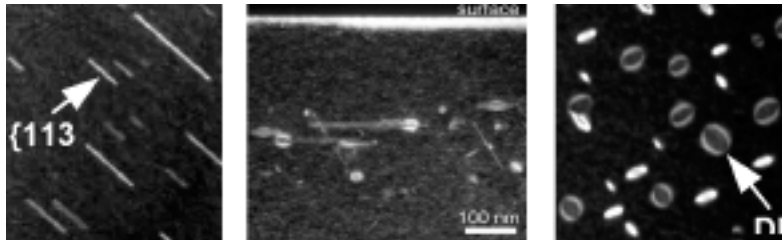


## Technologie, Micro et Nano-structures

L'activité du groupe Technologies, Micro et Nano-structures (TMN) créé en 1999 concerne les procédés d'obtention de matériaux et interfaces, les propriétés de ces derniers, leur compatibilité, la réalisation de structures et composants innovants devant assurer des fonctions déterminées.



*Observation en Microscopie électronique de boucles de dislocations associées à une zone implantée*

Le développement des microsystèmes nécessite que soient disponibles des technologies et matériaux variés différents de ceux qui ont fait la Microélectronique traditionnelle en particulier CMOS. Par ailleurs les champs d'application des microsystèmes sont nombreux et les fonctions élémentaires qui doivent être assurées en leur sein sont diverses - actuation, transduction, détection, mesure,...et font appel à des matériaux nouveaux ou dont les propriétés sont mal connues concernant les couches minces et les interfaces : propriétés thermiques, mécaniques, optiques, électriques. La Microélectronique elle-même atteignant des limites en matière d'intégration, les solutions nouvelles envisagées pour l'accroissement des performances font appel à des matériaux non conventionnels et à des interfaces nanostructurées et fonctionnalisées dont les propriétés et les procédés d'obtention ne sont pas encore établis.

Actuellement les thèmes suivants sont traités :

### 1. Technologie, étude de matériaux et développement de procédés

#### **Jonctions ultra-minces**

La miniaturisation incessante des transistors MOS impose d'une part la diminution de l'extension en profondeur des deux jonctions source et drain jusqu'à quelques dizaines de nanomètres et d'autre part l'augmentation de leur dopage jusqu'à la limite de solubilité des dopants. Ceci pose, d'une part, de nouveaux problèmes technologiques, tels que implantation à très basse énergie, recuits ultra rapides, préamorphisation des substrats, mais aussi physiques, tels que la diffusion anormale des dopants, leur dé-activation et leur précipitation.

Deux études sont actuellement en cours sur cette problématique : l'interaction défauts-dopant et la précipitation/déactivation des dopants.

#### **Procédés de dépôt silicium**

Des travaux menés au laboratoire en collaboration avec le laboratoire de génie chimique sont axés sur le développement des procédés de dépôt chimique en phase vapeur sous basse pression. Plusieurs concepts de réacteurs, i.e. « tubulaire à flux perpendiculaire », « secteur à flux parallèle » et « assisté par plasma », sont étudiés afin d'explorer une gamme étendue pour les paramètres de dépôt LPCVD tout en conservant une bonne homogénéité et reproductibilité des couches. Les

études ont ainsi été engagées sur les quatre thèmes suivants : les phénomènes fondamentaux de la croissance de silicium non dopé, le dépôt d'oxy-nitride de silicium  $\text{SiO}_x\text{N}_y$  et le dépôt de Silicium fortement dopé Bore ( $\text{Si}:\text{B}$ ), les nanocristaux de silicium.

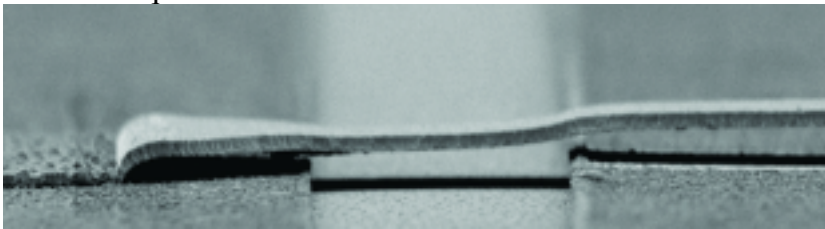
### **Caractérisation de matériaux**

L'objectif de cette étude est de pouvoir accéder à des propriétés mécaniques qu'on ne connaît que pour les matériaux massifs, afin de répondre aux interrogations des concepteurs de circuit confrontés aux problèmes mécaniques que posent les composants de puissance lors de leur fonctionnement qui peut provoquer un échauffement important, rendant nécessaire la connaissance des paramètres thermiques et mécaniques.

### **Filière technologique pour microsystèmes hyperfréquence**

Le domaine de l'électronique haute fréquence connaît depuis une dizaine d'années un développement spectaculaire lié à la généralisation des communications mobiles nécessitant des systèmes électroniques haute fréquence miniatures, performants, fiables et à faible coût. Ces contraintes nécessitent de développer de nouvelles filières technologiques adaptées pour lesquelles le silicium apparaît être un matériau de choix grâce notamment à ses propriétés de microusinage.

Nos travaux dans ce cadre visent donc à développer des filières technologiques qui permettent la réalisation de microsystèmes hyperfréquences performants et fiables. Actuellement sont étudiées : une filière pour circuits suspendus et une filière de microponts métalliques à actuation électrostatique.

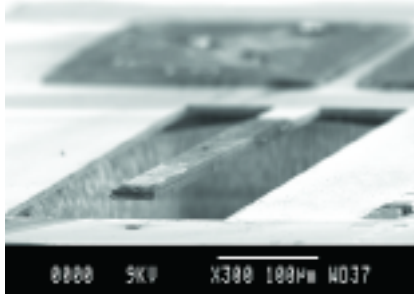


*Vue partielle d'un pont à actuation électrostatique*

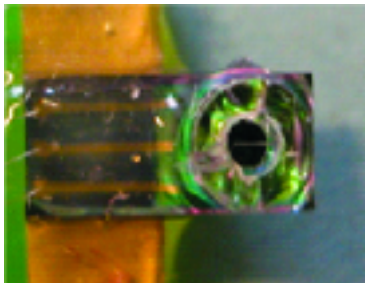
### **Capteurs chimiques**

Dans de nombreux domaines, tels la santé, l'environnement, l'agro alimentaire, la cosmétique, la domotique, l'automobile,... la demande sociétale en matière de sécurité et de sûreté va croissant. Cela se traduit entre autre par un besoin accru en matière de détection, mesure et analyse d'espèces chimiques diverses. Le développement des microsystèmes est une voie de choix pour répondre à cette évolution en particulier si ceux-ci comportent des capteurs de type électronique intégrables et directement interfacables avec les circuits de traitement du signal autorisant donc la mesure temps réel et les actions de contrôle/commande.

Nos études en la matière concernent le développement de microcapteurs chimiques à effet de champ (transistors et capacités) et de microcapteurs de gaz à base d'oxydes métalliques semiconducteurs.



*Bilame Si-Cu intégré pour la mesure en température du coefficient de dilatation du Cuivre*



*Microcuve (1 µL) intégrée sur un capteur chimique de type ISFET*

### Conversion d'énergie

L'objectif de cette étude est de réaliser des micro-convertisseurs d'énergie de quelques watts, entièrement intégrés, destinés aux systèmes portatifs et aux microsystèmes. Les efforts se concentrent sur le développement d'architectures modulaires de conversion novatrices comprenant leurs propres lois de commandes, notamment des MPPT.

De meilleures performances pouvant être atteintes en intégrant totalement les chaînes de conversion, nous développons une nouvelle technologie d'intégration d'inductance et de condensateurs de forte valeur, verrous technologiques à résoudre pour atteindre des alimentations entièrement intégrées.

### Fiabilité de mémoires non-volatiles

L'étude est motivée par la nécessité de définir de nouvelles procédures d'analyse et de test de fiabilité compte tenu des exigences actuelles particulières à certaines applications en terme de durée de vie, sécurité des circuits et production à très fort volume. Par ailleurs une autre contrainte de la problématique est la réduction du temps et du coût des tests de fiabilité. Ces divers éléments sont à la base du travail engagé concernant la rétention de données de mémoires NVM enfouies dans un circuit « Smart Power ». Une nouvelle procédure de test en rétention de données a été proposée qui réduit de plusieurs décades de temps la durée d'une telle analyse.

### Actions de valorisation

Le groupe mène aussi des actions de valorisation, actuellement sur les capteurs de pression et les capteurs de radiation. Concernant les capteurs de pression il s'agit d'action de conception, réalisation et caractérisation de capteurs spécifiques à la demande d'une PME.

Concernant les dosimètres de rayonnement il s'agit dans le cadre d'une licence d'exploitation et d'un contrat de location de moyens, d'un support en process et caractérisation à une PME qui fabrique les dosimètres dans la centrale de technologie du LAAS.