



**SOLUTIONS  
COMMUNICANTES  
SECURISEES**  
PÔLE DE COMPETITIVITE MONDIAL

# SUPER SWITCH

## CONCEPTION DE NOUVEAUX INTERRUPTEURS DE PUISSANCE HAUTE TENSION À SUPERJONCTION

### > LES OBJECTIFS

L'objectif de ce projet est de fabriquer des composants de puissance (diodes et transistors MOS) à SuperJunction et à tranchées profondes dans la gamme de tension « 600-1200 Volts ». Le défi majeur consiste à concevoir des composants à SuperJunction 1200 V. En effet, à ce niveau de tension, de tels dispositifs n'existent pas sur le marché des composants de puissance parce que leur fabrication est trop complexe et nécessite notamment un contrôle extrêmement précis de la balance des charges. Les solutions proposées dans ce projet (gravure profonde puis dopage par diffusion de bore, par implantation ionique  $I^-$  ou par Implantation Ionique par Immersion Plasma - PIII -) devraient permettre de résoudre cette difficulté technologique. En outre, le procédé technologique pour les composants à SuperJunction 600 V sera alors également simplifié.

### > LES AVANTAGES

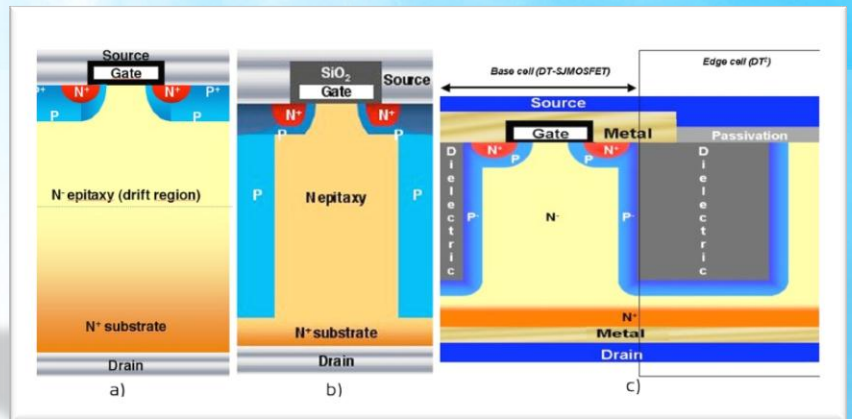
Par rapport aux composants de puissance conventionnels, les avantages de ces dispositifs de puissance à SuperJunction sont :

- une amélioration drastique des performances en termes de tenue en tension, chute de tension et courant maximal à l'état passant (ON), pertes en conduction et en commutation (et, par conséquent, fréquence de commutation),
- une réduction de la taille et du poids,
- et, par conséquent, une réduction du coût global.

En outre, la réduction des coûts technologiques sera importante par rapport aux processus technologiques classiques proposés pour la fabrication de dispositifs à SuperJunction.

Coupes schématiques :

- d'un transistor VDMOS conventionnel,
- d'un transistor MOS à SuperJunction (SJMOFET)
- d'un transistor MOS à SuperJunction à tranchées profondes (DT-SJMOFET) avec sa terminaison (DT2).



### > LES APPLICATIONS

Il existe de nombreuses applications en électronique de puissance (traction électrique, commandes industrielles, gestion de réseau de distribution, appareils électroménagers, transports et appareils mobiles) utilisant une grande variété de composants de puissance. L'amélioration drastique des performances de ces composants est un facteur essentiel pour la sauvegarde de l'énergie. Ainsi, dans toutes ces applications, il est essentiel d'améliorer la chaîne de conversion d'énergie en termes d'économie d'énergie, coût, taille, poids et fiabilité.

### > LES LIVRABLES

- Conception et optimisation des terminaisons des composants de puissance appelées terminaisons à tranchées profondes - Deep Trench Termination (DT<sup>2</sup>).
- Conception et optimisation de Diodes à SuperJunction à tranchées profondes - Deep Trench SuperJunction Diode (DT-SJDiode).
- Conception et optimisation de transistors MOS à SuperJunction à tranchées profondes - Deep Trench MOSFET (DT-SJMOFET)



## SOLUTIONS COMMUNICANTES SECURISEES

PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ MONDIAL

### > LES BRIQUES TECHNOLOGIQUES

Certaines étapes du procédé technologique doivent être étudiées afin d'obtenir des structures performantes et robustes :

1) L'étape de gravure profonde peut être effectuée par gravure ionique réactive profonde (« deep reactive ion etching » DRIE) disponible au LAAS-CNRS ou par gravure électrochimique disponible au GREMAN. Des tranchées minces (3 à 6  $\mu\text{m}$ ) et profondes (100  $\mu\text{m}$ ) sont nécessaires pour réaliser les colonnes de type p des composants 1200 Volts. Le défi consistera à adapter les deux méthodes de gravure pour atteindre de tels facteurs de forme, tout en contrôlant une parfaite verticalité des flancs des tranchées. Ces processus de gravure seront comparés en termes de performance, de répétabilité et de coût.

2) L'étape du procédé de dopage peut être effectuée par la diffusion de bore à partir de silicium polycristallin fortement dopé, déposé par LPCVD, disponible au LAAS-CNRS, ou par implantation (ionique II ou par ionique par Immersion Plasma - PIII) disponible à IBS et au GREMAN. Une fois de plus, les deux méthodes seront adaptées pour atteindre un contrôle quasi-parfait de la dose de bore des colonnes p diffusées ou implantées. Ceci est nécessaire pour assurer une tension optimale des dispositifs à SuperJonction. Ces processus de dopage seront comparés en termes de performance, de répétabilité et de coût.

3) Le dépôt de diélectrique dans les tranchées profondes est également une étape clé du processus : nos travaux antérieurs ont montré les excellentes propriétés du BenzoCycloButene (BCB), mais le BCB est aussi connu pour être thermiquement limité à des températures inférieures à 350°C. C'est pourquoi sa robustesse dans les applications d'électronique de puissance devrait être étudiée. D'autres diélectriques (par exemple : Polyimide - PI) ou combinaisons de diélectriques (par exemple : BCB avec de la poudre de diamant) seront également étudiés. Ils devraient permettre le remplissage des tranchées centrales fines et profondes ainsi que le remplissage des tranchées larges et profondes de terminaison.

### > LE CONSORTIUM

- Porteur du projet : Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS - Toulouse
- Entreprises : Ion Beam Services
- Laboratoires de recherche : Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système (Institut Polytechnique de Bordeaux), Groupe de Recherche En Matériaux, microélectronique, Acoustique et Nanotechnologies (Université François Rabelais de Tours)

### > PROJET FINANCÉ PAR



### > LES MARCHÉS VISÉS

L'énergie et les transports sont au cœur des paradoxes du développement durable : les deux sont essentiels au développement et à la croissance économique, mais leurs évolutions actuelles vont de pair avec les risques inacceptables pour l'humanité, c'est-à-dire l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables et la pollution de l'environnement. Par ailleurs, 89 % des ressources énergétiques de la planète sont d'origine fossile et l'augmentation importante de la demande mondiale d'énergie primaire est principalement couverte par les énergies aux effets environnementaux élevés : pétrole (75 %) et énergie nucléaire (18 %) contre seulement 6 % pour les énergies renouvelables. La recherche et le développement dans les domaines des énergies renouvelables vertes sont un des principaux objectifs pour l'avenir de l'humanité. L'amélioration du rendement de la chaîne énergétique (création et transport d'énergie, transformations successives, système consommateur) nécessite absolument une amélioration du rendement de chaque partie de cette chaîne. Le secteur des transports consomme 25 % de l'énergie mondiale et utilise plus de la moitié du pétrole produit dans le monde. En conséquence, les orientations de recherche liées à l'utilisation d'énergies alternatives pour le transport routier (véhicules hybrides et électriques) sont les plus importantes, mais il sera également essentiel à l'avenir de modifier les modes de vie associée à l'utilisation de véhicules privés et de la consommation d'énergie.