



Etude et réalisation de périphéries innovantes de TRIACS à base de silicium poreux

Thèse CIFRE

ST Microelectronics / Laboratoire GREMAN (UMR CNRS 7347, Univ. de Tours, INSA-CVL)

Les interrupteurs de puissance à semi-conducteurs de type TRIAC sont actuellement couramment utilisés dans les applications puisant leur énergie directement sur le secteur (230V/50Hz). Les domaines de l'électroménager ou encore du chauffage électrique sont les meilleurs exemples utilisant abondamment ce type de composants.

A ce jour, il existe deux grandes technologies pour concevoir les TRIACS. La première, dénommée « DOUBLE MESA GLASS », est connue pour sa maturité et son faible coût, l'essentiel du marché est d'ailleurs couvert par ce type de composants. Bien que simples à mettre en œuvre, les procédés de fabrication « front end » sont limités en terme de distance critique (CD), leur maîtrise reste aléatoire et ils imposent un assemblage relativement complexe compte tenu des performances finalement atteignables. Cette technologie perd ainsi progressivement de son pouvoir attractif.

La seconde technologie dite « PLANAR » est plus récente, elle apporte plus de robustesse vis-à-vis des performances et de la fiabilité, elle offre notamment de bonnes perspectives thermiques ($T_j > 125^\circ\text{C}$) et facilite la compatibilité des systèmes aux nouvelles normes de surcharge type IEC. Néanmoins elle engendre des périphéries très volumineuses et globalement elle fait appel à des procédés nettement plus complexes. De fait, son coût s'en voit directement impacté et le développement des TRIACS PLANAR reste aujourd'hui limité aux applications nécessitant de la valeur ajoutée.

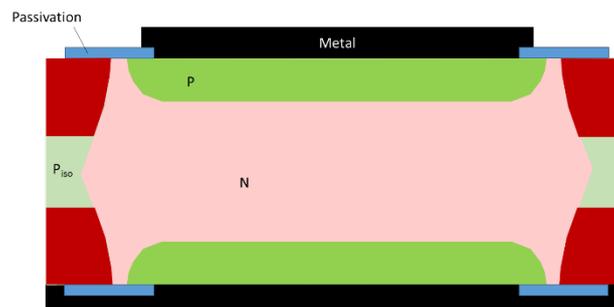
La technologie « TOP GLASS » pourrait constituer un bon compromis. Cela dit, dépendamment des choix de process ou de conception effectués, elle constitue ni plus ni moins un cas particulier des deux premiers cas de figure discutés précédemment, on y retrouverait donc les mêmes types d'avantages et inconvénients.

Fort de ces constatations, il apparaît donc nécessaire d'opérer une certaine jouvence des technologies TRIAC afin de garantir un niveau de compétitivité suffisant sur cette famille de produits. Sachant qu'avec l'explosion de la téléphonie mobile, de nouvelles briques technologiques ont vu le jour (citons les exemples des vias profonds et du silicium poreux qui nous intéressent tout particulièrement), s'inspirer de ces innovations ouvrirait de nouvelles opportunités dans la conception des périphéries des TRIACS.

Le silicium poreux est formé par attaque électrochimique dans une solution à base d'acide fluorhydrique (dissolution anodique) de plaquettes de silicium monocristallin. Ce matériau peut être alors dissous selon des orientations préférentielles et aboutir à de nombreuses morphologies. En choisissant correctement les propriétés du substrat et les conditions d'anodisation, le silicium poreux

se comporte comme un isolant. Plus précisément, plus sa porosité est élevée et plus sa conductivité et sa constante diélectrique sont basses comparativement au silicium cristallin à partir duquel il est formé.

Dans l'idée d'accroître la densité d'intégration des structures silicium TRIAC (de l'ordre de 30 à 40 %), plusieurs études se sont focalisées sur le développement d'une périphérie 600 V comportant du silicium poreux. Si les performances des TRIACs actuels n'ont pas encore été atteintes, plusieurs verrous technologiques ont pu être levés: anodisation d'un caisson P à dopage graduel, localisation du silicium poreux. De plus, sur la base des résultats acquis, une nouvelle architecture a été proposée :



L'objectif consiste dans un premier temps à exploiter la simulation de manière à optimiser la géométrie de la structure, les caractéristiques physiques et électriques du silicium poreux ainsi que les profils de dopage P. Par la suite, de nouveaux prototypes seront réalisés et caractérisés. Une étude particulière devra être menée sur la découpe des wafers et l'assemblage des puces. L'intégrité de la couche poreuse doit en effet être conservée après mise en boîtier. Enfin, la fiabilité des dispositifs dans le temps devra être approfondie. A cet effet, un traitement spécifique du silicium poreux devra certainement être envisagé.

Profil du candidat:

Le candidat, de formation universitaire ou école d'ingénieurs, devra avoir de bonnes connaissances en microélectronique et en physique des semi-conducteurs. Des compétences en matériaux et en électrochimie seraient appréciées.

Contacts : gael.gautier@univ-tours.fr, jerome.billoue@univ-tours.fr

Site web : greman.univ-tours.fr