





### III Capteurs et Microsystèmes

Dans cette partie nous ferons appel aux éléments à seuils symétriques.

Pour l'aspect capteur, nous exploitons la très forte sensibilité des caractéristiques électriques aux variations de grandeurs physiques (température, éclairage, pression). La sensibilité, notamment en température, est particulièrement élevée si l'on se place à bas régime de polarisation où la conduction surfacique est prépondérante.

Dans cette partie nous introduisons la notion de capteur générique sur la Figure 5.

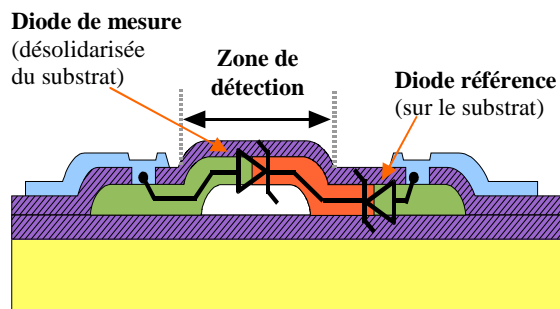


Figure 5 : Principe d'un capteur générique.

Ce capteur est formé d'un ESS (zones NPN implantées et/ou diffusées) dans un film de polysilicium. La jonction PN désolidarisée du substrat sera baptisée diode de détection et s'affranchira des effets de substrat (inertie thermique, courant de substrat,...). L'autre jonction ancrée sur le substrat, correspondra à la diode de référence et sa caractéristique ne sera affectée que par les variations de la température ambiante.

A présent, pour s'affranchir des dérives thermiques, nous proposons l'instrumentation générique illustrée sur la Figure 6.

En effet en appliquant un signal constitué de pulses alternatifs on sonde le courant inverse de la diode de détection et celle de référence. Ainsi, à l'aide d'un simple dipôle on peut mesurer différentes grandeurs physiques en s'affranchissant des variations de son environnement.

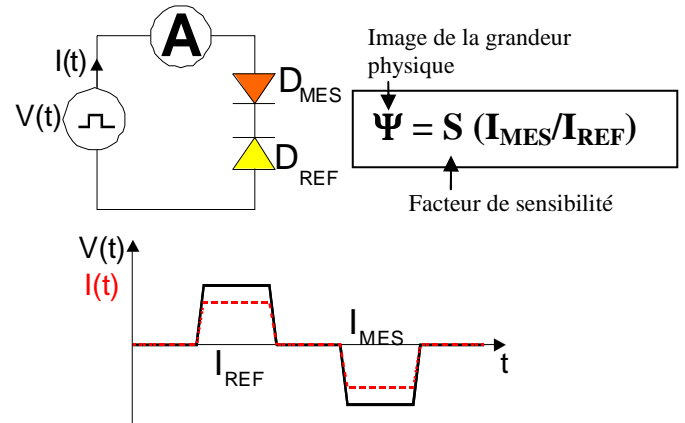


Figure 6 : principe de la détection générique.

### Processus technologique

L'enchaînement des étapes technologiques du process PolySyst est illustré sur la figure 7. En partant d'un substrat de silicium (P-) de diamètre 2 pouces, on débute par une oxydation sèche de la surface de  $1000\text{\AA}$  d'épaisseur qui servira de diélectrique de grille pour les transistors et capacités MOS fabriqués dans le substrat.

Après le dépôt de Germanium et sa délimitation par RIE, nous déposons par LPCVD une couche de polysilicium ( $\sim 250\text{nm}$ ) suivie de  $100\text{nm}$  d'oxyde (LTO).

Le rôle de cet oxyde sera d'empêcher, lors du dopage par diffusion à haute température, l'interdiffusion de la couche semiconductrice polysilicium avec la couche sacrificielle germanium. Ce mélange perturbe l'étape de libération à l'eau oxygénée, la rendant impossible au delà d'un taux de silicium de 40%.

De son côté la première couche de polysilicium évite que la diffusion de l'excès d'oxygène présent dans l'oxyde et qui provoquerait la formation d'un gaz ( $\text{GeO}$ ) responsable de la destruction des couches polysilicium déposées par-dessus. Cette couche doit être suffisamment fine pour limiter la présence de silicium dans la couche sacrificielle et suffisamment épaisse pour ne pas disparaître totalement avant l'élimination de l'excès d'oxygène. L'étude et l'optimisation de l'épaisseur de

ces couches est en cours. D'autres matériaux tels que le nitrure de silicium ou NI-DOS (silicium dopé azote) seront bientôt testés.

Une fois les deux couches d'isolation déposées, nous procéderons à un recuit de (1h à 900°C) pour exo-diffuser l'oxygène en excès dans le LTO. On procède ensuite au dépôt LPCVD de 1µm de polysilicium, suivi d'une implantation de bore pleine plaque avec une énergie de 50 keV.

Après le dépôt LTO de 0.5µm d'oxyde de masquage, on ménage par photogravure les ouvertures de diffusion. A ce stade du process, l'ensemble des îlots de germanium sont entièrement encapsulés.

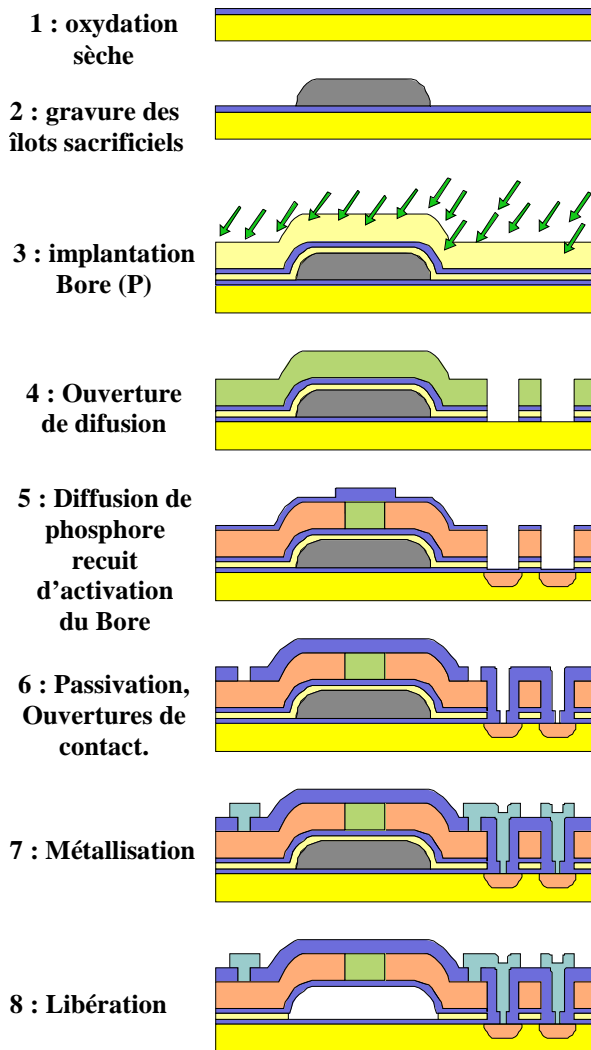


Figure 7 : processus de réalisation PolySyst

Le dopage par diffusion thermique s'effectue à 1000°C pendant une heure et permet le dopage localisé de type N<sup>+</sup> de zones dans le polysilicium et le substrat mais également la redistribution des ions bore implantés précédemment.

On passive ensuite la surface du wafer avec un oxyde LTO de 250nm. Puis l'on procède par photogravure à l'ouverture des contacts suivie d'un dépôt pleine plaque de la métallisation Aluminium.

Enfin, délimitation des motifs métalliques par photogravure, on délimite les futures zones suspendues. Pour cela après photolithographie, on grave les zones latérales polysilicium par RIE pour bien mettre à nu le germanium.

Pour finir, il ne reste plus qu'à plonger le wafer dans un bain d'eau oxygénée chauffée à 80°C pour graver tous les îlots de germanium. La vitesse de gravure dépend fortement du taux de silicium présent dans les motifs sacrificiels et peut durer plus d'une heure. Le rinçage à l'eau puis à l'éthanol sera suivi d'un séchage par centrifugation.

### Conclusion et perspectives

Le projet PolySyst présenté à pour objectif d'initier les étudiants, venus de diverses formations à la réalisation de micro-systèmes. Ils pourront se former à la caractérisation matériau couramment utilisés en microélectronique, à la fabrication et à la caractérisation de composants discrets, d'une électronique de prétraitement du signal ainsi que des capteurs et des actionneurs. Le large éventail de motifs proposés permet à chaque enseignant d'adapter le contenu et le niveau du TP à la filière qu'il encadre.