

PolySyst : Du capteur aux Systèmes intégrés

Jérôme LUBIN³, Thierry CAMPS^{1,3}, François GUERIN⁴, Christiane DUPRAT⁴, Christophe CAPELLO⁴, Cherif ROUABHI⁴, Frédéric GESSINN⁴, Jean-Marie DORKEL^{2,3,4}, Jacques DEGAUQUE^{2,4}, Ludovic SALVAGNAC³, Pierre-François CALMON³, Eric IMBERNON³, Mohamed MATMAT³, Jean-Yves FOURNIOLS^{2,3}
 (1) Université Paul SABATIER TOULOUSE III, (2) INSA Toulouse, (3) LAAS-CNRS, (4) Atelier Interuniversitaire de Micro-Electronique

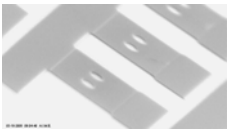
Présentation

Introduction :

Ce projet a pour objectif principal d'initier des étudiants à la réalisation et à la caractérisation de capteurs et de micro-systèmes d'actionnement.

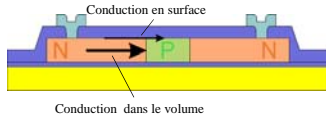
Public concerné

Étudiants de niveau L3 à M2 du cursus universitaire qui souhaitent aborder de manière pratique le domaine des micro-systèmes (capteurs et actionneurs).



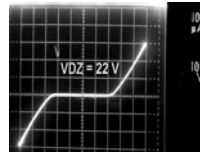
Les Eléments à Seuils Symétriques (ESS)

Caractéristique I(V) d'un ESS

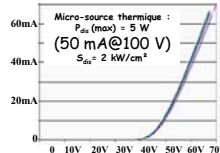


A cause de forts niveaux de dopage (5.10^{18}cm^{-3} et plus) nécessaires pour avoir un bon rendement d'activation dans le polysilicium, les jonctions sont de type Zéner.

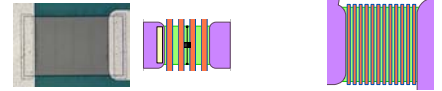
nota : tension V_{DZ} de 22V obtenue avec 4 zones type P dans un barreau de polysilicium



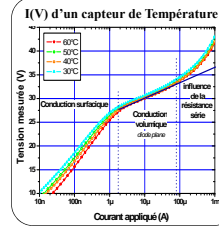
En polarisant à fort niveau de courants on favorise la conduction dans le volume. Les ESS peuvent alors être utilisés comme micro-sources thermiques.



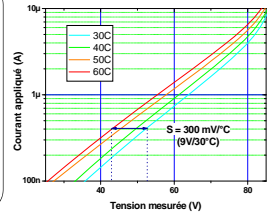
Sensibilité en température



Sensibilité : 100mV/°C

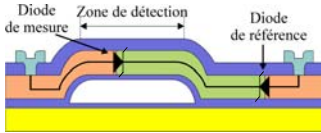
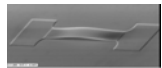


Sensibilité : 300mV/°C



En favorisant la conduction en surface (polarisation sous le seuil) on obtient une très bonne sensibilité en température.

Principe du capteur générique



Diode de mesure :
La diode de mesure est en contact avec la grande surface physique à mesurer. Elle peut être désolidarisée du substrat ou pas suivant l'application.

Diode de référence :
La caractéristique de la diode de référence n'est modifiée que par l'environnement dans lequel le système est placé.

Schéma électrique équivalent

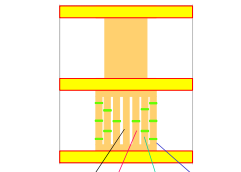
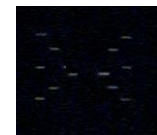
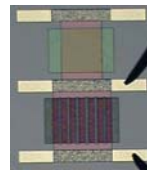


Principe de fonctionnement :
En polarisant alternativement la diode de mesure puis la diode de référence on peut s'affranchir des parasites dus à l'environnement de mesure comme la température ambiante.

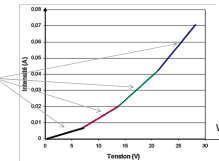
$$\Psi = S \left(\frac{I_{MES}}{I_{REF}} \right)$$

Grandeur physique à mesurer facteur de sensibilité

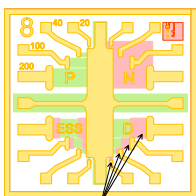
Cellule de protection : dipôle linéaire par segment



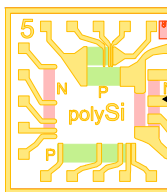
Lorsque la tension aux bornes de la cellule augmente, les branches contenant des ESS deviennent passantes les unes après les autres et la résistance équivalente de la cellule diminue en conséquence.



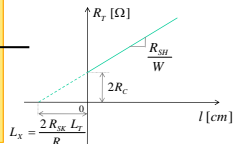
Caractérisation de matériaux



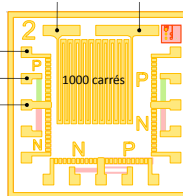
Chaque composant a une surface semi-conductrice de 2 carrés avec une largeur de 20,40 100 et 200µm. Ceci va permettre l'étude de l'influence de la section de conduction sur les résistances de contact.



Motifs TLM (Transfer Length Method). Mesure de la résistance de contact :



Mesure de la résistivité de la métallisation



Mesure de la résistance de contact :

$$R_c = \frac{R_1 - R_2}{20}$$

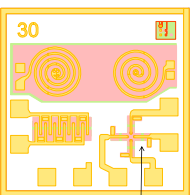
Thèmes abordés dans PolySyst

Nous proposons une grande diversité de composants (30 puces différentes) chacune orientée vers une thématique. Trois grands objectifs sont adressés.

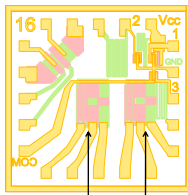
- Caractérisation des matériaux et de la technologie
- Caractérisation de composants
- Capteurs et micro-systèmes

Par le choix des puces étudiées, il est possible de mettre en place des manipulations adaptées au contenu de différentes formations.

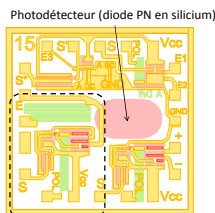
Caractérisation de capteurs et micro-systèmes



Élément de base d'une matrice de cantilevers permettant de réaliser des micro-déplacements d'objets.



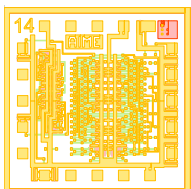
Éléments à seuils symétriques de type NPN et PNP, Suspendus (à gauche) et sur le substrat (à droite).



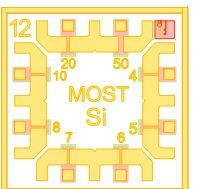
Photodétecteur (diode PN en silicium)

Électronique de prétraitement du signal. (miroir de courant)

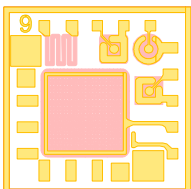
Caractérisation de composants discrets



Circuits logiques : séquenceur, trigger, bascule D, décodeur 2 vers 4.



Étude de l'influence de la longueur de canal sur les performances d'un transistor MOS.



Étude de l'influence de la géométrie sur la caractéristique d'une diode PN : Effet de pointe, diode de surface / diode plane

Description du processus technologique

