

« MicroDispositif de test en Silicium nanoPoreux pour le Packaging Intelligent »

Mots clés : Packaging sur tranche, microdispositifs en silicium nanoporeux, microcapteurs de température, pression et humidité, fiabilité du packaging, test intégré

Partenaires :

- IEF (Elisabeth Dufour-Gergam, coordinateur, Elie Lefevre, Emile Martincic, Olivier Garel)
- IMS (Claude Pellet, Willy Ludurzak)
- LIRMM (Pascal Nouet, Frédéric Mailly, Norbert Dumas)
- KFM Technology (Fabrice Verjus, Martial Desgeorges)



Objectif
Caractérisation de l'environnement de fonctionnement en terme de température, pression et humidité d'un MEMS/NEMS placé à l'intérieur d'un boîtier étanche

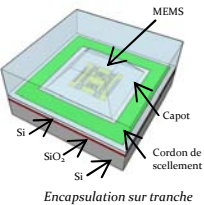
Méthodologie

- Etude du microcapteur de température
- Etude du microcapteur de pression
- Technologie des films de Si nanoporeux
- Etude des structures en Si nanoporeux/caractérisation mécanique et électrique
- Etude de l'électronique de commande au plus près des capteurs
- Etude de l'architecture électronique associée au test
- Packaging et implémentation des structures élémentaires dans le packaging
- Fiabilité et caractérisation du boîtier instrumenté
- Transfert industriel

Encapsulation (packaging) = conditionnement du dispositif

- Principaux rôles du packaging MEMS

- Protection mécanique des microstructures
- Passage du monde microscopique vers le monde macroscopique
- Garantir un environnement stable et connu

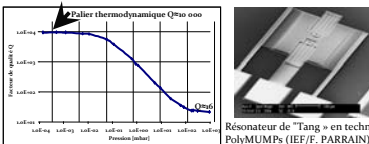


Garantir un environnement stable et connu

- Amélioration et stabilisation des performances

Certains MEMS doivent fonctionner sous vide (ex. les résonateurs)
La pression dans l'encapsulation doit rester stable et faible → meilleur sensibilité

$$\frac{1}{Q} = \frac{1}{Q_{thermo}} + \frac{1}{Q_{surf}} + \frac{1}{Q_{ps}}$$



Le capteur de pression
Principe des jauges Pirani

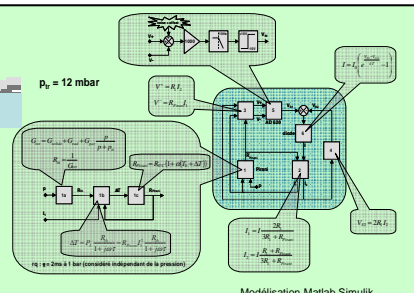
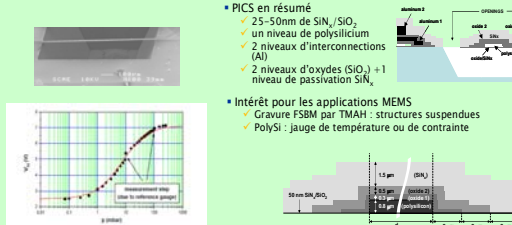
Mesurer les variations de résistance d'un conducteur face aux variations de diffusion de la chaleur dans l'atmosphère ambiante qui dépendent de la pression.

$$R = R_0 \left(1 + \alpha \frac{\Delta T}{T_0} \right)$$

- T_0 : vitesse moyenne des molécules
- R_0 : résistance spécifique à volume constant
- R : résistance des gaz parfaits
- T : température des gaz
- L : libre parcours moyen des molécules
- P : pression du gaz
- d : distance entre les électrodes et grille thermique
- α : coefficient d'accommodation élastique

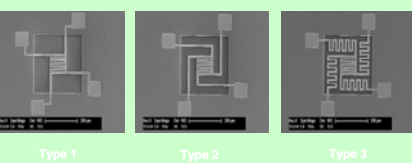
$L < d$ (P élevée) → $R_{eq} = C_{th}$
 $L > d$ (P faible) → $R_{eq} \propto P$
 $L \gg d$ (P très faible) → $R_{eq} = C_{th}$
 (autres diffusion thermiques)

Jauges Pirani en Si Polycristallin de type PICS

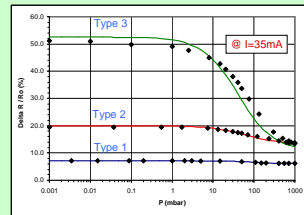


Jauge Pirani en Si monocristallin

■ Structures réalisées et caractérisées :

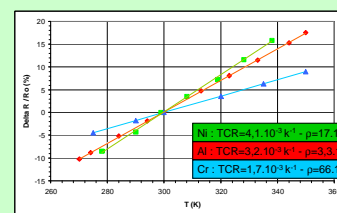


■ Caractéristiques attendues



Jauge Pirani en nickel (transfert de film)

■ TCR & résistivité (Al - Cr - Ni)



Etude du capteur d'humidité en silicium poreux

➢ Caractérisation morphologique

- Variation de la nano-structure - Type n+ - j < 120 mA

