



Etude du pouvoir thermoélectrique de couches de polysilicium dopées N et P de 20 à 450 °C



M. Aithammouda, K. Ziouche, M. Haffar, P. Godts, D. Leclercq

Institut d'Electronique de Microélectronique et de Nanotechnologies, UMR CNRS 8520
IEMN-DHS, Avenue Poincaré BP 60069, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex France
malika.yala@iemn.univ-lille1.fr katir.ziouche@iemn.univ-lille1.fr



Résumé: Nous présentons ici un système de mesure du pouvoir thermoélectrique. Il permet des mesures en fonction de la température (jusqu'à 450 °C) dans le cas de couches de polysilicium dopées n et p. Un banc a été mis au point par notre équipe, afin de permettre la caractérisation en haute température des couches de polysilicium. A titre d'application, nous indiquerons les résultats que nous avons obtenus dans le cas des couches dopées au bore et au phosphore pour différents dopages. L'objectif à atteindre est de déterminer les valeurs idéales de dopage garantissant un pouvoir thermoélectrique global pratiquement indépendant de la température dans la gamme 0 - 450 °C ce qui est fondamental pour réaliser un capteur de flux dont la sensibilité est quasiment constante dans toute la gamme d'utilisation.

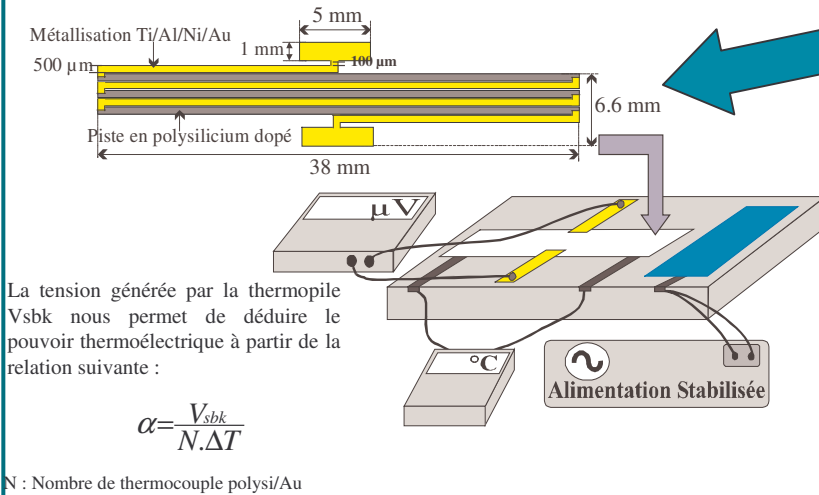
Le principe de fonctionnement des nos microfluxmètres est basé sur la conversion du flux thermique en gradients périodiques de température exploités à l'aide d'une thermopile planaire constituée par l'association d'un grand nombre de micro-thermocouples agencés en série. La thermopile délivre une tension qui est proportionnelle aux différences de température induites et en conséquence à la densité de flux thermique traversant le capteur.

La notion de facteur de mérite d'un thermoélément est défini par :

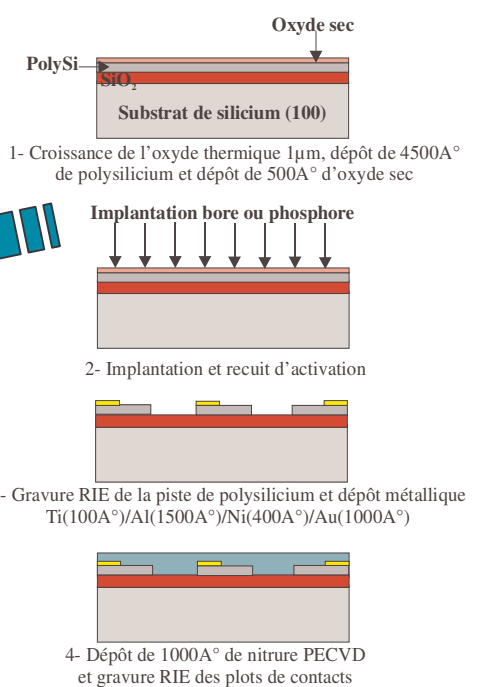
$$Z = \frac{\sigma \cdot \alpha^2}{\lambda_{th}} \text{ (} ^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$$

Où : α est le coefficient Seebeck du thermocouple exprimé en ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)
 λ_{th} est la conductivité thermique ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)
 σ est la conductivité électrique (Ω^{-1}/m)

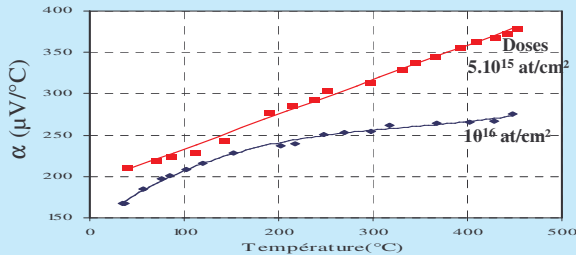
II- Dispositif de caractérisation des thermopiles



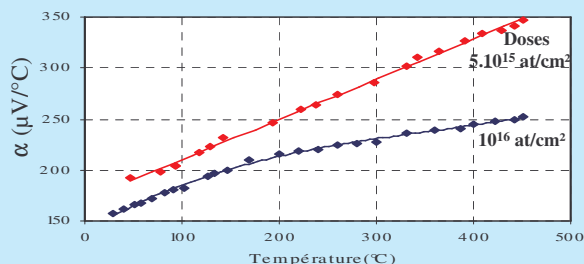
I- Étapes de fabrication des thermopiles des test



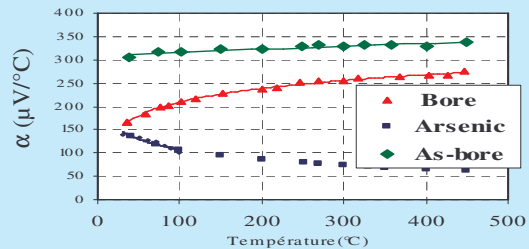
III- Résultats des caractérisations



Évolution du pouvoir thermoélectrique du Polysilicium dopé bore en fonction de la température



Évolution du pouvoir thermoélectrique du Polysilicium dopé phosphore en fonction de la température



Evolution du pouvoir thermoélectrique du polysilicium dopé arsenic et bore (dose 10^{16} at/cm²) en fonction de la température

CONCLUSION

Cette étude nous a permis de quantifier l'évolution du pouvoir thermoélectrique du polysilicium dopé bore ou phosphore en fonction de la température dans la gamme 100-450 °C.

Le pouvoir thermoélectrique augmente de façon continue avec la température quel que soit le dopage choisi. Par ailleurs, il faut remarquer que pour obtenir un coefficient de Seebeck important, il faut doper très faiblement mais dans ce cas la résistance électrique du thermocouple augmente, ce qui est source de bruit.

L'association de pistes de polysilicium dopé bore et arsenic à 10^{16} at/cm² reliés par un contact ohmique permet de réaliser des thermopiles dont le coefficient Seebeck est quasi-constant dans la gamme 20-450 °C.