



Titre :

Rétroaction thermo-piézorésistive dans des capteurs MEMS à base de nanofils en silicium suspendus

Mots clés :

MEMS, nanofil en silicium, résonateur, rétroaction thermo-piézorésistive, thermoélasticité, piézorésistivité, amortissement, auto-oscillation

Résumé :

Le développement de nouvelles technologies, tant dans le domaine de l'électronique grand public (smartphones, internet des objets,...) que dans le domaine automobile (véhicule autonome), a largement favorisé la demande croissante de capteurs miniaturisés toujours plus performants. Dans ce contexte, la transduction piézorésistive basée sur l'utilisation de nanofils en silicium se montre particulièrement intéressante pour améliorer les capacités de détection des capteurs actuels. De nombreux avantages ont pu être identifiés pour les applications NEMS et MEMS, et en particulier, une grande sensibilité et une excellente compacité. Par ailleurs, la consommation reste un problème majeur pour les capteurs miniaturisés. L'utilisation optimisée de nanofils pourrait constituer à terme une différenciation de ce système de transduction pour la conception des capteurs MEMS basse consommation et hautes performances.

La rétroaction thermo-piézorésistive (TPBA), mis en évidence dans les nanofils polarisés par une source continue, permet de contrôler finement la réponse électromécanique et d'optimiser la chaîne de transduction d'un MEMS. Résultant d'un couplage thermique, électrique et mécanique, ce phénomène permet entre autres d'atteindre un régime d'auto-oscillation pouvant être utilisé pour suivre la fréquence de résonance d'un résonateur.

Cette thèse se focalise sur la compréhension de cet effet de rétroaction dans les nanofils utilisés pour les composants M&NEMS développés au CEA-Leti. Une étude approfondie de leurs propriétés, dont les dimensions typiques sont 250 nm x 250 nm x 5 µm, permet de montrer leur intérêt pour mettre en œuvre ce mécanisme. Basé sur des modèles analytiques et numériques, un modèle global de ce phénomène est proposé. Il est ensuite confronté aux résultats expérimentaux obtenus sur des composants existants et d'autres réalisés dans le cadre de cette thèse. Enfin, une discussion sur les perspectives de cette étude permet d'évaluer le gain apporté par la rétroaction thermo-piézorésistive et d'identifier ses applications potentielles.