Un concept innovant pour la récupération d'énergie thermique avec des nanofils piézoélectriques (Thermal Mecha Cell) / 2013

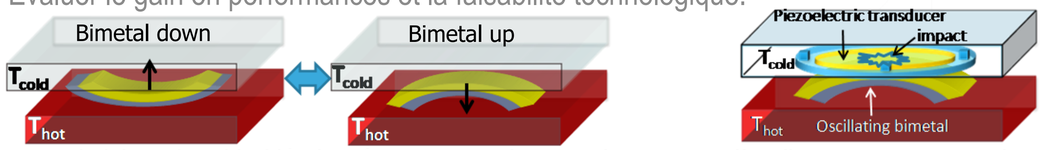
Présentation du projet

Type de projet : Projets exploratoires dans le domaine de l'énergie

Consortium : IMEP-LaHC (UMR 5130), Grenoble, France / Responsable Scientifique : Gustavo ARDILA (ardilarg@minatec.grenoble-inp.fr)

Objectifs

- Utiliser un bilame bistable pour la récupération d'énergie thermique. Typiquement, le bilame est déformé quand il est soumis à un état transitoire de température (chauffage ou refroidissement) puis percute un matériau piézoélectrique pour générer une tension.
- Originalité: Intégrer sur le bilame un matériau composite formé de nanofils (NF) piézoélectriques (ZnO) dans une matrice polymère. Ceci permettra de convertir l'énergie à partir de l'impacte et de la flexion du bilame.
- Evaluer le gain en performances et la faisabilité technologique.

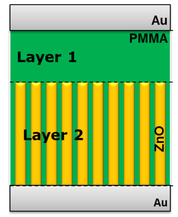


Principe du bilame bistable (développé par STMicroelectronics) qui permet l'oscillation continue entre la source chaude et froide. Impacte du bilame sur le transducteur piézoélectrique pour la conversion d'énergie.

Plan de travail et méthodes

Nous avons travaillé selon 3 axes:

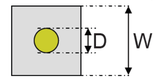
- La modélisation multiphysique (FEM) pour estimer les performances (tension et énergie) en compression ou en flexion des différentes structures composites.
- La fabrication de dispositifs de preuve de concept: Croissance de NFs ZnO, intégration des composites, fabrication des structures support pour tester les performances de bilames.
- Le développement d'un banc de caractérisation pour tester les performances des matériaux composites et les bilames bistables.

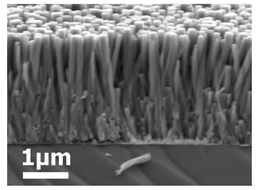


Structure du piézo composite

Densité de NF : ratio entre le diamètre (W) et la distance entre le milieu de 2 NFs

D/W (D=50nm, W varies)

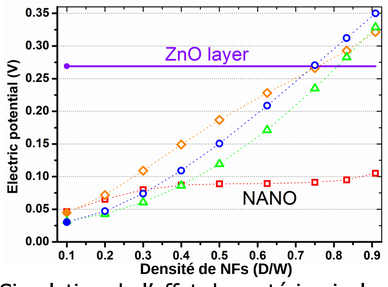




Premiers NFs de ZnO fabriqués à l'IMEP-LaHC

Principaux résultats

1) Des premiers nanofils de ZnO ont été fabriqués dans le laboratoire IMEP-LaHC sur substrat silicium.
2) Des structures optimales de matériaux composites utilisés en compression ou en flexion ont été étudiés grâce à des modèles multiphysiques (FEM).
3) La pression générée par des bilames activés en température a pu être mesurée grâce au banc de test en compression développé.

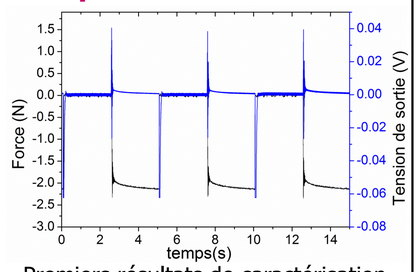


Simulation de l'effet du matériau isolant enrobant les NFs sur le potentiel généré en flexion

Conclusion/Résumé des faits marquants

Le projet a donné lieu aux publications suivants:

- R. Tao et al., J. Phys.: Conf. Ser. 476 012006 2013. Proc. of PowerMEMS 2013, decembre 3-6, London, UK.
- M. Mouis et al., MRS 2014, April 21-25, San Francisco, USA 2014
- R. Tao et al., IEEE PRIME, June 03-July 3, Grenoble, France 2014
- G. Ardila et al., IEEE ULIS 2014, Abril 7-9, Stockholm, Sweden 2014



Premiers résultats de caractérisation d'un piézo composite à base de NFs de ZnO en compression à l'IMEP-LaHC

Prolongement/perspectives

Un projet région a été accepté (Rhones-Alpes NANO2017 2014-2017) : Thermo-piezo-wire

Partenaires : IMEP-LaHC, STMicroelectronics