

ENERGY HARVESTING MEDIANTE MATERIALI PIEZOELETTRICI SU SCALA MICRO- E NANO-METRICA

Rodolfo Araneo, Salvatore Celozzi, Giampiero Lovat

Sezione di Ingegneria Elettrica
Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

La ricerca, finanziata da un progetto FIRB, ha riguardato lo studio delle potenzialità offerte da nanostrutture piezoelettriche in ossido di zinco (ZnO) in merito al recupero dell'energia derivante da sollecitazioni meccaniche periodiche e in merito alla costruzione di dispositivi piezotronici. In particolare, l'Unità sta sviluppando modelli analitici e numerici per lo studio del comportamento elettrico-elasto-dinamico di micro- e nano-harvester piezoelettrici, tenendo conto della natura periodica del problema dovuta alla presenza di schiere di micro- e nano-fili, nonché alle proprietà di modulazione del rapporto on/off corrente/tensione quando le strutture sono soggette a sollecitazioni meccaniche.

Si è affrontata la caratterizzazione delle proprietà elettriche di nano-strutture piezoelettriche realizzate in ossido di zinco in configurazione di singolo elemento (cilindrico o tronco-conico) sottoposto a compressione, trazione o flessione. L'analisi è stata condotta attraverso un codice numerico basato sul metodo degli elementi finiti e in grado di risolvere il problema accoppiato dinamico-elettrico in configurazione tridimensionale descritto da equazioni alle derivate parziali non lineari [1-7]. Si è approfondita l'influenza della geometria (rapporto di forma e sezione trasversale) e quella delle caratteristiche dei piani di base alle estremità (simulando le eventuali barriere Schottky) sulle prestazioni del singolo elemento [2]. Successivamente si è affrontato la caratterizzazione delle proprietà di conduzione della corrente del singolo elemento sottoposto a sollecitazioni meccaniche di compressione e trazione [3]. Particolare attenzione è stata posta sugli effetti di scala delle nanostrutture che presentano delle proprietà elastiche e piezoelettriche nettamente superiori al materiale bulk.

Infine sarà affrontato lo studio della configurazione di una schiera di strutture piezoelettriche e la problematica dell'adattamento al carico.

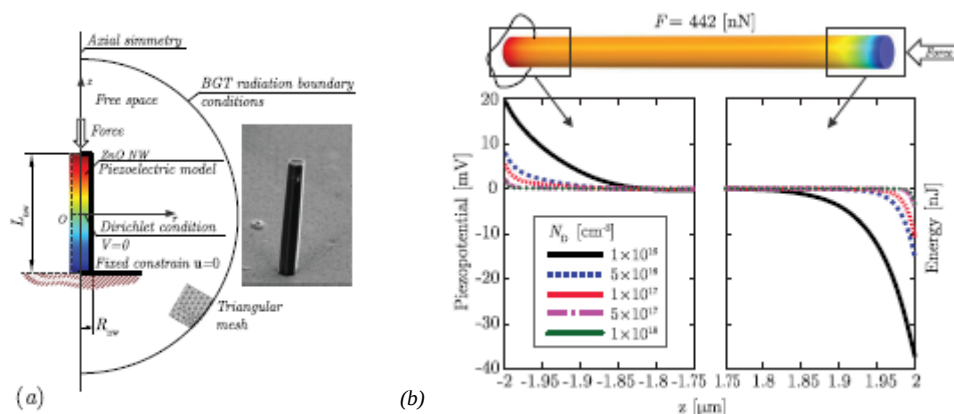


Fig. 1 - Nanofilo cilindrico (raggio 150 nm e lunghezza 2 μ m) in spazio libero e sottoposto a una forza di compressione. a) Immagine al microscopio e schema numerico del nanofilo sotto analisi. b) Piezopotenziale lungo l'asse del nanofilo nelle regioni superiore e inferiore per diversi livelli di drogaggio sotto l'azione di una forza di compressione di 442 nN

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Araneo, G. Lovat, P. Burghignoli e C. Falconi, "Piezo-semiconductive quasi-1D nanodevices with or without anti-symmetry", *Adv. Mat.*, **24** (2012).
- [2] R. Araneo, C. Falconi, "Lateral bending of tapered piezo-semiconductive nanostructures for ultra-sensitive mechanical force to voltage conversion", *Nanotechnology*, Vol. 24, No. 26, 265707, 2013.
- [3] R. Araneo, F. Bini, M. Pea, A. Notargiacomo, A. Rinaldi, G. Lovat, and S. Celozzi, "Current-Voltage Characteristics of ZnO Nanowires Under Uniaxial Loading", accepted for publication by *IEEE Transactions on Nanotechnology*, 2014.
- [4] R. Araneo, G. Lovat, A. Notargiacomo, A. Rinaldi, "Piezo-semiconductive quasi-1D conical nanowires for high performance nanodevices", *MRS Online Proceedings Library - 2013 MRS Spring Meeting & Exhibit*, April 1-5, 2013, San Francisco (USA), Volume 1556.
- [5] R. Araneo, G. Lovat, C. Falconi, A. Notargiacomo, A. Rinaldi, "Accurate models for the current-voltage characteristics of vertically compressed piezo-semiconductive quasi-1D NWs", *MRS Online Proceedings Library - 2013 MRS Spring Meeting & Exhibit*, April 1-5, 2013, San Francisco (USA), Volume 1556.
- [6] R. Araneo, G. Lovat, C. Falconi, A. Notargiacomo, A. Rinaldi, "Accurate analysis of the piezopotential and the stored energies in laterally bent piezo-semiconductive nanowires", *MRS Online Proceedings Library - 2013 MRS Spring Meeting & Exhibit*, April 1-5, 2013, San Francisco (USA), Volume 1556.
- [7] A. Rinaldi, R. Araneo, C. Falconi, M. Pea, A. Notargiacomo, "Mechanics of quasi-1D ZnO nanostructures for energy harvesting", *MRS Online Proceedings Library - 2013 MRS Spring Meeting & Exhibit*, April 1-5, 2013, San Francisco (USA), Volume 1556.