

# REALIZZAZIONE E CARATTERIZZAZIONE ELETTROMECCANICA DI MATERIALI A BASE DI NANO PLACCHETTE DI GRAFENE E NANOTUBI DI CARBONIO PER SENSORI DI DEFORMAZIONE

*Alessio Tamburrano, Giovanni De Bellis, Alessandro G. D'Aloia, Maria Sabrina Sarto*

CNIS – Centro di Ricerca per le Nanotecnologie applicate all'Ingegneria della Sapienza  
Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica,  
Sapienza Università di Roma  
Via Eudossiana 18, 00184 Roma

Materiali a base di carbonio offrono molteplici opportunità per future applicazioni in campo sensoristico. In particolare, i vantaggi nell'uso di sensori per deformazioni meccaniche in materiale composito a base di nanostrutture, quali nano tubi di carbonio (CNT) e nano placchette di grafene (GNP) riguardano l'elevata sensibilità rispetto ai comuni strain gage commerciali, la facilità di variare le caratteristiche elettriche in funzione della frazione volumetrica impiegata, la miniaturizzazione spinta che permette un campionamento dello stato del sistema ad alta risoluzione spaziale fornendo un'elevata risposta dinamica ed una notevole capacità diagnostica. Inoltre, pur conservando caratteristiche elettriche e morfologiche (elevato rapporto di aspetto) confrontabili, i GNP rispetto ai CNT sono più facilmente sintetizzabili e meno costosi.

Lo studio dei ricercatori dell'Unità si è in particolare focalizzato su materiali piezoresistivi costituiti da compositi a matrice polimerica caricati con nano tubi di carbonio a parete multipla (MWNT) o GNP (Fig.1) per stabilirne la sensibilità alla deformazione attraverso la determinazione del gage factor e confrontare le prestazioni con strain gage commerciali. In particolare, i GNP sono stati prodotti in laboratorio a partire dall'esfoliazione termochimica in atmosfera inerte ad elevata temperatura di grafite intercalata [1]-[3].

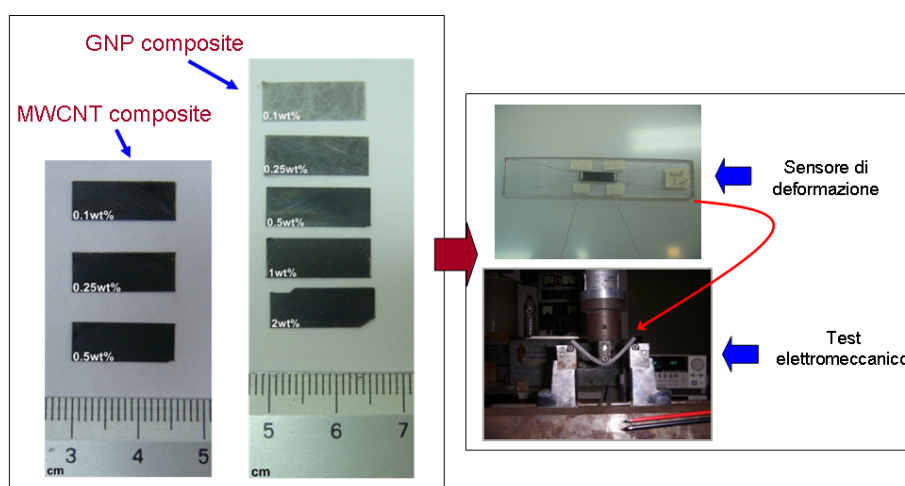


Fig.1 I film in composito, costituiti da diverse frazioni in peso di MWNT e GNP in resina vinilestere epossidica DION sono utilizzati per realizzare dei sensori di deformazione che vengono testati tramite prove elettromeccaniche a flessione.

Per i nanocompositi prodotti è stato rilevato che la variazione della resistenza elettrica è lineare solo per basse deformazioni (carichi); per tale comportamento si è ipotizzato un meccanismo di conduzione dominato da fenomeni di tunneling elettronico. Le sensibilità più elevate sono state ottenute per i compositi caricati con GNP (Fig.2). Il valore del gauge factor trovato nel caso di una concentrazione dell'1% wt di GNP è di 6-10 in zona lineare fino ad un massimo di ~250 in regione non lineare. Variando opportunamente le percentuali delle inclusioni nel composito è possibile ottenere proprietà elettriche diverse e quindi sensibilità del sensore adattabili al tipo di applicazione richiesta.

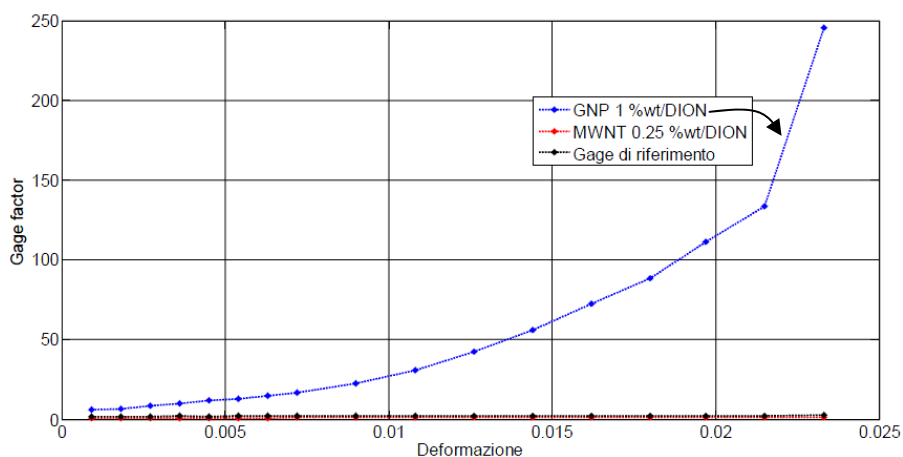


Fig.2 Confronto prestazionale in termini di gage factor tra uno strain sensor commerciale ed i film in composito con MWNT e GNP.

Il monitoraggio della pressione all'interno di bombole d'idrogeno per i veicoli di nuova generazione, i sistemi anticollisione e gli "smart tyres" sono solo alcuni esempi dei contesti applicativi in cui possono essere integrati i sensori sviluppati.

## Bibliografia

- [1] De Bellis G, De Rosa IM, Dinescu A, Sarto MS, Tamburrano A. Electromagnetic Properties of Carbon-based Nanocomposites: The Effect of Filler and Resin Characteristics. Int. Symp. IEEE NANO 2010, Seoul (Korea), 2010.
- [2] De Bellis G, De Rosa IM, Dinescu A, Sarto MS, Tamburrano A. Electromagnetic Absorbing Nanocomposites Including Carbon Fibers, Nanotubes and Graphene Nanoplatelets. 2010 IEEE Int. Symposium on EMC, Fort Lauderdale (Florida. USA), 2010.
- [3] Giovanni De Bellis, Alessio Tamburrano, Adrian Dinescu, Maria Laura Santarelli and Maria Sabrina Sarto, "Electromagnetic properties of composites containing graphite nanoplatelets at radio frequency", under press, Carbon, 2011.