

CARATTERIZZAZIONE E MODELLISTICA NUMERICA DI COMPOSITI CON NANOTUBI DI CARBONIO

B. De Vivo, L. Egiziano, A. Giustiniani, P. Lamberti, G. Spinelli, V. Tucci, W. Zamboni

Dip. di Ing. Elettronica e Ing. Informatica, Università degli Studi di Salerno
Via Ponte don Melillo 1, 84084, Fisciano (SA)

La progettazione e realizzazione di compositi polimerici nanostrutturati è sempre più richiesta in diversi settori industriali per soddisfare i requisiti sempre più stringenti in relazione alle proprietà elettriche, termiche e meccaniche [1].

L'utilizzo di nanotubi di carbonio (CNT) nella realizzazione di compositi multifunzionali è cresciuto considerevolmente per la possibilità di sfruttare le loro peculiari proprietà in termini di conducibilità, densità di corrente ammissibile, stabilità termica e meccanica[2]. Essi trovano larga applicazione, per esempio, come elementi antistatici, per la schermatura elettromagnetica specialmente nel campo dell'industria aeronautica, automobilistica ed elettronica. Considerato che i CNT adoperabili possono presentare forme, geometrie e funzionalità differenti, la gamma possibile di proprietà dei materiali compositi che ne derivano può essere molto ampia [3].

In effetti, il comportamento elettrico di un nanocomposito, in seguito all'aggiunta di CNT, cambia da isolante a conduttore, non appena si stabilisce almeno un percorso conduttivo (fenomeno della percolazione), dipendente dalla concentrazione delle nanoparticelle (soglia di percolazione) tra due lati opposti del composito.

Le attività condotte dal gruppo in relazione a questo ambito di ricerca hanno riguardato sia la caratterizzazione sperimentale di compositi polimerici termoindurenti caricati con diverse percentuali di nanotubi a parete multipla, con e senza funzionalizzazione [1-3], che lo sviluppo di modelli numerici in grado di simulare la generazione di una matrice nanocaricata e di valutarne le proprietà elettriche [4-5]. Tali temi, che costituiscono oggetto del progetto PRIN 2008 "DENSE" coordinato dall'unità, sono sviluppati nell'ambito di una collaborazione multidisciplinare con altre quattro unità.

Per quanto riguarda l'aspetto sperimentale è stato messo in evidenza come la funzionalizzazione dei CNT determini l'instaurarsi di una fase intermedia che aumenta la compatibilità dei CNT con la matrice incrementandone le interconnessioni. Tale aspetto, comporta però una riduzione della conducibilità rispetto al composito con CNT non funzionalizzati a parità di concentrazione, in quanto aumenta lo strato di polimero che ricopre i nanotubi peggiora il trasporto di carica.

In relazione alla modellistica numerica, è stato sviluppato un codice in grado di simulare la dispersione in 3D della nano carica nella matrice polimerica (Figura 1). Le strutture generate, che portano in conto anche le eventuali forze di interazione che si instaurano tra CNT e matrice, vengono, quindi, analizzate per studiare le proprietà elettromagnetiche. In particolare, vengono considerate le proprietà di trasporto al disopra della soglia di percolazione. Una rete resistiva (Figura 2) associata ai diversi cammini percolativi permette quindi di stimare la conducibilità elettrica media del composito. Nella valutazione della conducibilità si tiene conto, differentemente dai modelli presenti in letteratura, anche dell'effetto tunnel, che in questo caso condiziona il meccanismo della conduzione.

Inoltre, è possibile simulare e valutare l'impatto della dispersione dei CNT (Figura 3) sulla permittività dei compositi al variare di alcuni parametri geometrici e di produzione (Figura 4).

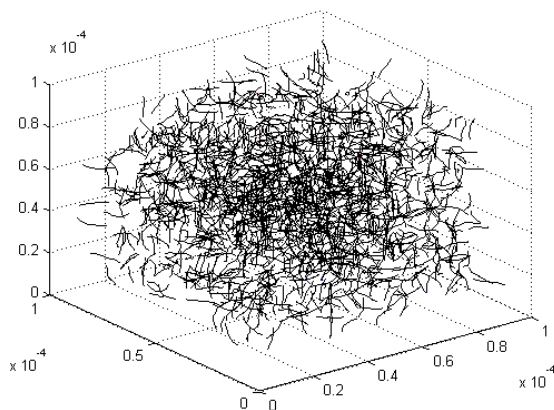


Figura 1. Cella rappresentativa 3D contenente CNT sparsi in maniera casuale

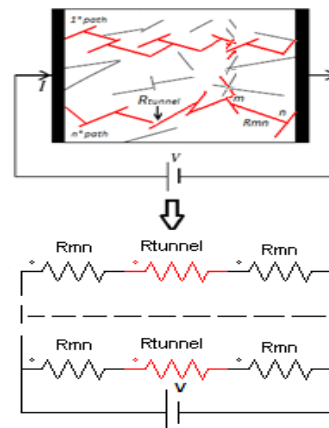


Figura 2. Schematizzazione della rete resistiva multi-percorso.

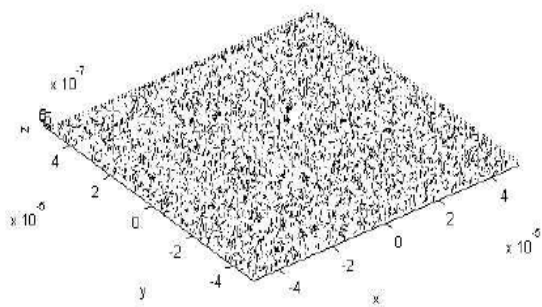


Figura 3. Mesh di polimero con additivo di tipo CNT in concentrazione assegnata

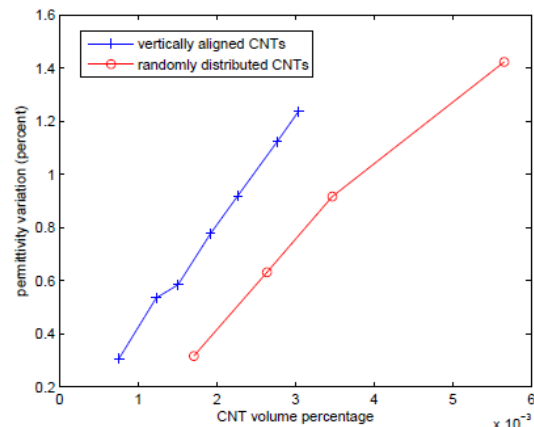


Figura 4. Incremento della permittività al variare della concentrazione di CNT

- [1] L.Guadagno C. Naddeo, V. Vittoria, A. Sorrentino, L. Vertuccio, M Raimondo, V. Tucci, B. De Vivo, P. Lamberti, G. Iannuzzo, E. Calvi, S. Russo “Cure behavior and physical properties of epoxy resin-filled with multiwalled carbon nanotubes”, Journal of Nanoscience and Nanotechnology 10(4) (2010) 2686-2693).
- [2] B. De Vivo, L. Guadagno, P. Lamberti, R. Raimo, M. S. Sarto, A. Tamburrano, V.Tucci, L. Vertuccio “Electromagnetic Properties of Carbon NanoTube/Epoxy Nanocomposites”, International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe 2009.
- [3] L. Guadagno, B. De Vivo, A. Di Bartolomeo, P. Lamberti, A. Sorrentino, V. Tucci, L. Vertuccio, V. Vittoria. “Effect of functionalization on the thermo-mechanical and electrical behaviour of multi-wall carbon nanotube/epoxy composites.” Carbon, Volume 49, Issue 6, May 2011, Pages 1919-1930
- [4] L.Egiziano, A.Giustiniani, P. Lamberti, G. Spinelli, V. Tucci, W. Zamboni, “Numerical Study of the Electrical Behaviour in Carbon Nanotube Composites”, sottomesso per ISEM 2011 - 15th Int. Symp. on Applied Electr. and Mechanics, Sept. 2011, Napoli.
- [5] L.Egiziano, A.Giustiniani, G. Spinelli, V. Tucci, W. Zamboni, “Permittivity Computation in CNT-Filled Polymers Nanotube Composites, sottomesso per ISEM 2011 - 15th Int. Symp. on Applied Electromagnetics and Mechanics, Settembre 2011, Napoli.