

EFFETTO DEI PARAMETRI DI SINTESI SULLA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA DI FILM A BASE DI NANOPLACCHETTE DI GRAFITE

Giovanni De Bellis, Alessio Tamburrano, 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

Fin dalla sua prima scoperta sotto forma di singolo piano del 2004 [1], il grafene ha suscitato un forte interesse nell'intera comunità scientifica, grazie alle sue peculiari proprietà elettriche, termiche e meccaniche [2]. Lo studio qui presentato ha come oggetto l'analisi dell'effetto dei parametri di sintesi sulla conducibilità elettrica in dc di nanoplacchette di grafite (GNPs) prodotte con la tecnica dell'espansione termica a partire da grafiti intercalate (GICs). I GNPs sono stati sintetizzati per espansione termica [3], [4] nei laboratori del CNIS a partire da GICs commerciali (Grafguard 160N-50 prodotti da Graftech Inc) con uno spessore iniziale dei fiocchi pari a 50 μm . I GICs di partenza sono stati sottoposti a shock termico in forno a muffola a diverse temperature (variabili tra 250°C e 1250°C) e per tempi di esposizione compresi tra 5 e 60s. Per campioni espansi a temperature inferiori ai 750°C (e anche a questa temperatura per tempi inferiori ai 5s) non si è osservata espansione dei GICs, mentre negli altri casi l'aumento di volume è stato di circa 200 volte il volume iniziale, creando strutture denominate "worm-like graphite": tali strutture, dopo trattamento con processore ad ultrasuoni in un opportuno solvente, hanno portato all'ottenimento di una sospensione di GNPs (Fig.1). La filtrazione sotto vuoto di tale sospensione ha portato all'ottenimento di film di circa 200 μm di spessore, adatti alla misura delle proprietà elettriche, effettuata con il metodo delle 4 punte con una corrente iniettata pari a 0.1 mA.

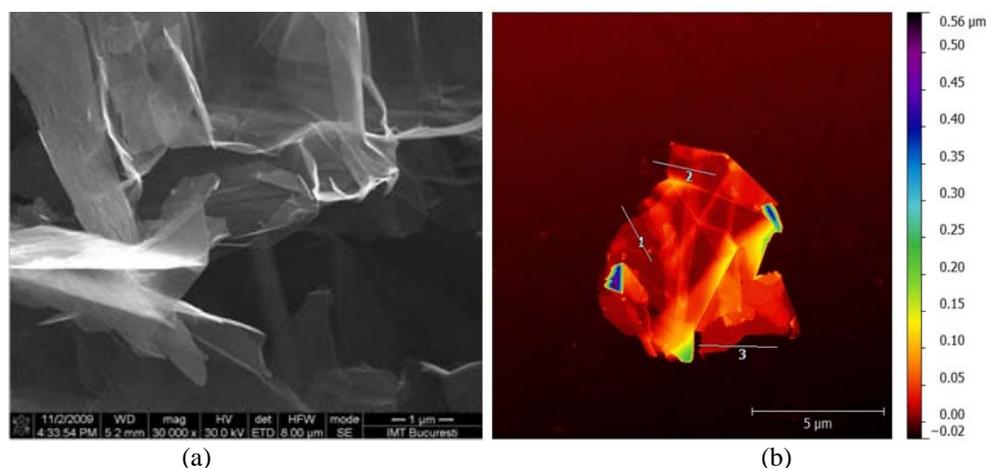


Fig.1: Micrografia SEM (a) e AFM (b) di GNPs ottenuti dopo espansione termica e sonicazione

L'utilizzo della spettroscopia FTIR, utile nell'evidenziare variazioni strutturali nei GICs espansi a temperature inferiori ai 1000°C, non ha mostrato differenze apprezzabili nella struttura chimica dei campioni ottenuti a temperature superiori a 1050°C. Le differenze risultano invece rilevabili sia mediante microscopia AFM (Fig.1(b)), ma ancor più marcatamente dai risultati delle misure di conducibilità ottenute con il metodo delle 4 punte, che ha evidenziato variazioni di resistenza anche di oltre il 100% con valori di 0.19 Ω per temperature di espansione di 750°C e di 0.09 Ω per i campioni espansi a 1250°C (Fig. 2) [5]. In conclusione lo studio prodotto ha mostrato che le proprietà elettriche dei filler prodotti (come anche le proprietà EM dei compositi prodotti a partire da tali nanostrutture) possono essere accuratamente controllate mediante una scelta opportuna dei parametri di sintesi,

aprendo nuovi scenari per la i settori della sensoristica e dei materiali radar assorbenti. Infine, i GNPs prodotti sono stati utilizzati per la realizzazione di compositi di cui sono state misurate le caratteristiche di permittività effettiva a radio frequenza fino a 18 GHz (Fig.3) [4], [6], [7]. L'attività è stata svolta nell'ambito del progetto PRIN 2008 DENSE.

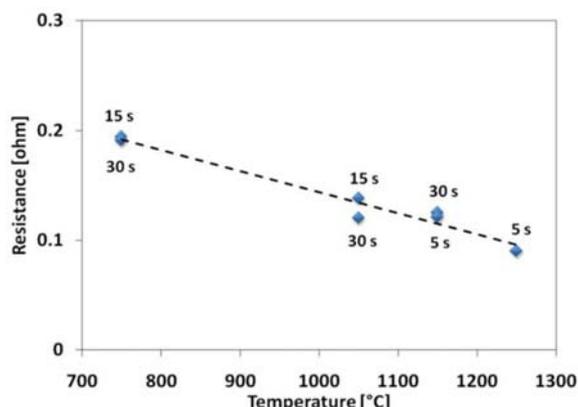


Fig.2: Resistenza di film di GNPs prodotti a temperatura crescente tra i 750 °C e i 1250 °C, per tempi di esposizione tra i 5 s e i 30 s.

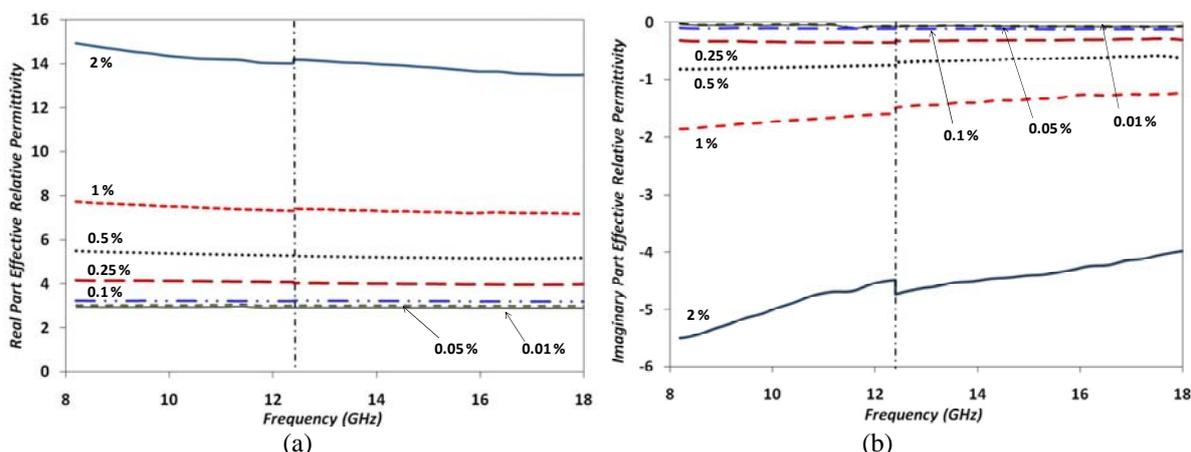


Fig.3: Parte reale (a) e parte immaginaria (b) della permittività complessa di compositi a base di GNP in resina per concentrazioni in peso crescenti.

Bibliografia

- [1] K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos et al. *Science* 306 (2004) 666.
- [2] Du X, Skachko I, Barker A, Andrei EY. Approaching ballistic transport in suspended graphene. *Nature Nanotechnology* 2008; 3:491 –5
- [3] S. Stankovich, R.D. Piner, S.T. Nguyen, R.F. Ruoff. *Carbon* 44 (2006) 3342.
- [4] 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.
- [5] G. De Bellis, F. Ruggeri, A. Broggi, A. Tamburrano, M.L. Santarelli and M.S. Sarto, “Effect of the synthesis parameters on the dc resistance of graphite nanoplatelets thick films”, *GraphITA*, L’Aquila, Italy, 15-18 May, 2011.
- [6] 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.
- [7] 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.