

Caratterizzazione e reattività del sistema grafene ossido/ammoniaca

Candidato: Alessandro Chen

Relatore: Prof. Roberto Bini

Correlatore: Dr. Matteo Ceppatelli

Abstract

La crescente domanda di materiali tecnologici a basso impatto ambientale ha stimolato la ricerca nell'ambito dei nanomateriali a base di carbonio, in particolare il grafene. Il grafene è un singolo strato planare di atomi di carbonio organizzato bidimensionalmente in una configurazione a nido d'ape. Pochi strati di grafene possono essere impiegati nella costruzione di supercapacitori o elettrodi, favoriti per la loro particolare struttura elettronica: i) gli atomi di carbonio si distribuiscono in una struttura planare garantendo un elevato rapporto superficie su volume; ii) il grafene mostra una elevata conducibilità elettrica. Tuttavia la sintesi su vasta scala di grafene di alta qualità, cioè grafeni che riescono a mantenere queste notevoli proprietà fisiche intrinseche, non è ancora possibile. La riduzione chimica dell'ossido di grafene (GO) è una strada promettente per contenere i costi di esercizio ed, in contemporanea, permettere di lavorare con grandi volumi di materia prima, al fine di ottenere il prodotto finale chiamato ossido di grafene ridotto (r-GO). Trattamenti del GO ad alte temperature in presenza di molecole riducenti quali idrogeno, sodio boridato, idrazina sono metodi frequentemente usati per ridurre il GO. Studi sperimentali confermano che il grafene ottenuto a partire dal GO seguito dal processo di riduzione insieme al doping con eteroatomi, come F, N, B o H ecc., permette svariate applicazioni ingegneristiche a seconda delle proprietà fisiche. Il drogaggio del grafene con azoto forma materiali elettron-ricchi "tipo n" utilizzabili come semiconduttori nei sistemi elettronici. L'azoto è un eteroatomo che può essere introdotto nei sistemi di carbonio per trattamento ad alte temperature di un precursore contenente azoto insieme al GO.

In questo lavoro di Tesi è stato studiato l'effetto della pressione e dell'irraggiamento laser ad alta pressione su una miscela di ossido di grafene e ammoniaca. L'utilizzo delle alte pressioni, generabili mediante una cella ad incudine di diamante (DAC), ha un duplice scopo: inserire le molecole di ammoniaca tra gli strati del GO e indurre una reazione chimica tra queste ed il substrato di GO. Lo studio, puramente sperimentale, ha riguardato la preparazione di campioni di GO e NH₃ in DAC che sono stati poi investigati durante le fasi di compressione e decompressione mediante spettroscopia Raman e FTIR. Le stesse tecniche sono state utilizzate per l'analisi dei prodotti. Anche se da queste tecniche non si ha un'evidenza diretta dell'avvenuta inserzione tra i piani di GO delle molecole di ammoniaca, le modifiche osservate nel substrato di GO dopo il ciclo di compressione e decompressione sono tali da ritenere che l'inserzione per effetto della pressione sia molto efficiente. Interessante l'incorporazione di atomi di N nel piano basale del GO confermato dall'intensificazione dell'assorbimento IR nella regione tra 900 e 1600 cm⁻¹ dovuto all'aumento della carica dinamica effettiva.