

理工系



半導体特性を持つカーボンナノウォールの合成及びその電気伝導特性の制御に世界で初めて成功

名古屋大学大学院工学研究科教授 堀 勝

【研究の背景】

ナノカーボン材料と呼ばれるカーボンナノチューブやフラーレンは、これまで多くの研究がなされています。

一方、黒鉛として古くから知られているグラファイトは、多数の薄いシートが弱い結合で結ばれた積層構造であるため、脆くて剥がれやすく、基本的に機能性素子などへの応用は困難でしたが、導電性があり、その優れた性能（高移動度・耐大電流密度）から、これを用いた半導体材料の出現に大きな期待が寄せられていました。

私たちは、今までにグラファイトから成るカーボンナノウォールの合成に成功しています。この材料は、グラフェンシート（シート状のグラファイト）が基板に対して垂直方向に成長している特殊な構造を有しています（図1）。そのため、機能素子への応用に対して高い可能性を有すると考えられていましたが、この材料に半導体電気特性を持たせることが、次世代の半導体素子へ応用するためのカギとなっていました。しかし、現在まで、世界で誰も成功していませんでした。

【研究の成果】

今回、このカーボンナノウォールの作製に当たって、図2に示すようなプラズマ中の活性種であるラジカルを制御する新しい製造方法に、窒素原子を導入する技術を取り入れることによって、半導体電気伝導特性を得ることに世界で初めて成功しました。

導入する窒素原子の量を操作することにより、グラフェンシート内に取り込まれる窒素の量を調整することができ、電気伝導（ホール係数）や伝導性能（抵抗率）の制御も可能となりました（図3）。

【今後の展望】

カーบอนは地球上に豊富に存在するため、環境に優しくかつ低価格の画期的な新材料として期待できます。カーボンナノウォールで出来た大規模集積回路、コンピューターさらにはロボット用センサー、

アクチュエーターを開発することができれば、バイオ技術と調和が取れた有益な活用にも道が開かれると考えられます。

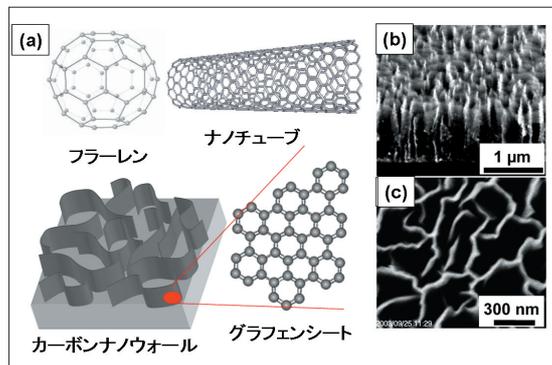


図1 ナノカーボン材料、カーボンナノウォール(a)、カーボンナノウォールの鳥瞰図(b)及びその表面図(c)

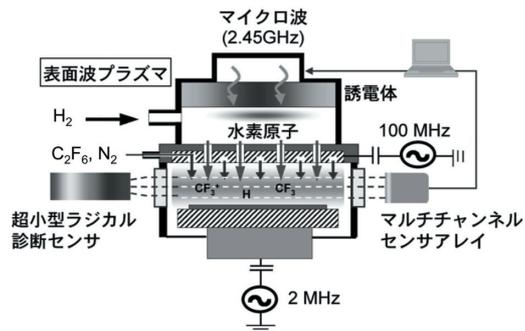


図2 ラジカル注入型プラズマCVD装置

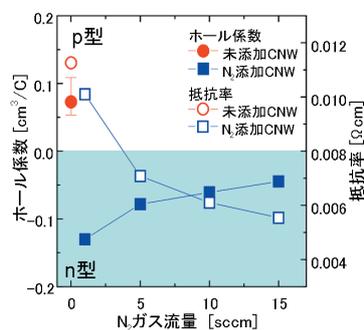


図3 窒素添加カーボンナノウォールのホール効果測定

【交付した科研費】

平成18-21年度 特定領域研究「シリコンナノエレクトロニクスの新展開—ポストスケーリングテクノロジー;低次元カーボンナノエンジニアリング」