

プラズマ CVD 中グラフェンナノリボンの合成機構

Growth Mechanism of Graphene Nanoribbon under Plasma CVD

東北大院工, °加藤 俊顕, 鈴木 弘朗, 畠山 力三, 金子 俊郎

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ., °Toshiaki Kato, Hiroo Suzuki, Rikizo Hatakeyama, Toshiro Kaneko

E-mail: kato12@ecei.tohoku.ac.jp

グラフェンシートは優れた電気伝導特性, 柔軟な機械的構造, 高い光透過性を合わせ持つ次世代の電子材料として大きな注目を集めている新規ナノ物質である. 一般にグラフェンシートは 2 次元シート構造をとっており, バンドギャップを持たない金属的振る舞いを示す. これに対しグラフェンシートがナノメートルオーダー幅の 1 次元リボン構造 (グラフェンナノリボン) をとることで, グラフェンシートに有限のバンドギャップを発現させ得ることが近年明らかになった. 一方で, このグラフェンナノリボンの構造を制御して合成する手法, 及び基板上の狙った位置と方向に集積化する技術は開発されておらず, グラフェンナノリボンを電子デバイスに実用する際の大きな課題となっていた.

この課題に対して, 近年我々はプラズマ CVD [1-5] における非平衡反応とナノスケール触媒を組み合わせることで, グラフェンナノリボンを任意の基板上の位置に任意の配向度で集積化合成することに世界で初めて成功した [6]. さらに, 合成したグラフェンナノリボンが高性能のトランジスタとして動作することを実証した. しかしながら, 本プロセス中のグラフェンナノリボンの合成メカニズムは解明されておらず, さらなるグラフェンナノリボンの精密構造制御には合成メカニズム解明が必須の課題であった. 今回, 我々は熱 CVD とプラズマ CVD の詳細な比較, 及びニッケル中に溶解する炭素量を変化パラメータとして系統的な実験を行った結果, 本手法でのグラフェンナノリボン合成に必要な合成条件が非常に狭い範囲に限定されていることが明らかになった. さらに, プラズマにより高効率でニッケル中に炭素を溶解し, 微小ニッケル触媒の蒸発率を低減させることが, 本手法によりグラフェンナノリボンが合成できる重要な要因の一つであることを明らかとした.

- [1] T. Kato and R. Hatakeyama: J. Am. Chem. Soc. **130** (2008) 8101.
- [2] T. Kato and R. Hatakeyama: ACS Nano **4** (2010) 7395.
- [3] Z. Ghorannevis, T. Kato, T. Kaneko, and R. Hatakeyama: J. Am. Chem. Soc. **132** (2010) 9570.
- [4] T. Kato, L. Jiao, X. Wang, H. Wang, X. Li, L. Zhang, R. Hatakeyama, and H. Dai: Small **7** (2011) 574.
- [5] T. Kato and R. Hatakeyama: ACS Nano **6** (2012) 8508.
- [6] T. Kato and R. Hatakeyama: Nature Nanotechnology **7** (2012) 651.