

吹き出し型プラズマによるグラフェンの低温合成に関する研究

Study on the low temperature synthesis of graphene using a blowing-type plasma

産総研 ○金 載浩, 榊田 創, 板垣 宏知

AIST, °Jaeho Kim, Hajime Sakakita, Hirotomo Itagaki

E-mail: jaeho.kim@aist.go.jp

グラフェンは、驚異的物性を持っていることから次世代半導体の根幹材料として注目されている。例えば、透明導電膜、フレキシブルなトランジスター、高周波トランジスター、ウルトラキャパシタ、及び放熱用・配線用ナノカーボン高熱伝導材などへの応用が期待されている。グラフェンは、炭素原子が sp^2 結合した蜂の巣状に配列した二次元結晶である。実際の応用では、単層グラフェン膜 (monolayer graphene film)、又は数層グラフェン膜 (few layer graphene film) として利用される。グラフェン産業化の実現に向けて、量産化技術の開発競争が世界的に激しい状況である。近年、量産化の候補技術として、熱 CVD 法[1]とプラズマ CVD 法[2,3]が注目されている。しかし、前者は 1,000 °C 以上の高温リアクターが必要であり、量産化システムの開発と応用分野の開拓に限界がある。後者は、基板を加熱せずに、低温プラズマだけでグラフェン生成が可能であるが、高真空リアクターが必要であり、かつグラフェン膜に欠陥が多く含まれるため、実用化までには多くの研究課題が残されている。

本研究では、新規に開発した吹き出し型マイクロ波プラズマ源[4, 5]を用いて、グラフェンの大面積・低温・高品質合成技術の開発を行っている。プラズマ源は、従来の導波管の代わりにマイクロストリップ線路で構成されており、中間気圧 (1~100 Torr) においてライン状で吹き出る低温プラズマを生成することができる。基板としては銅箔を、原料ガスとしては $CH_4/H_2/Ar$ 混合ガスを用いた。生成したグラフェンは、ラマン分光器 (レーザ波長: 532 nm) と透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて評価した。ラマン分光スペクトルでは、欠陥を示す D ピークが現れず、グラフェン結晶と関連する G ピークと 2D ピークが得られた。TEM 測定からは、単層グラフェン膜の生成が確認された。更に、通常、高温の銅基板上にグラフェンを合成する際に現れる自己制限成長 (self-limiting growth) の現象も確認された。この吹き出し型プラズマ CVD は、プラズマ源のアレイ化技術を用いることにより大面積化が容易であり、高品質グラフェンの量産化技術として今後の発展が期待される。

参考文献

- [1] K.S. Kim *et al.* Nature 457 (2009) 706-710.
- [2] J. Kim *et al.*, Appl. Phys. Lett. 98 (2011) 091502.
- [3] T. Yamada *et al.*, Carbon 50 (2012) 2615-2519.
- [4] J. Kim *et al.*, Appl. Phys. Lett. 93 (2008) 191505.
- [5] J. Kim *et al.*, Jpn. J. Phys. Lett. 54 (2015) 01AA02.