

プラズマ励起ラジカルの強制対流による高品質グラフェンの低温合成

Low-temperature synthesis of high-quality graphene by forced convection of plasma-excited radicals

産総研 キム ジェホー, 榎田 創, 板垣 宏知

AIST °Jaeho Kim, Hajime Sakakita, Hirotomo Itagaki

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

グラフェン（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）は、驚異的な物性を持っており、次世代半導体の根幹材料として期待されている。これまで、合成方法として機械的・化学的剥離法および熱 CVD 法などが開発されている。特に、熱 CVD（Chemical vapor deposition）法は大面積化ができることから量産化の候補技術として注目されている。しかし、熱 CVD 法は

1,000 °C以上の高温リアクターが必要であるため、量産化システムの開発と応用分野の開拓に限界がある。そこで、近年では、基板を加熱せずに、プラズマだけでグラフェン合成が可能な低温プラズマ CVD 法に対する期待が大きくなっている。ところが、低温プラズマにより合成されたグラフェン膜には、欠陥が多く含まれているため、実用化までに多くの研究課題が残っている。

本研究では、高品質グラフェン膜の低温合成を実現するため、吹き出し型マイクロ波プラズマを用いた FC-PECVD（Forced-convection plasma enhanced CVD）法の開発を行っている。図 1 にその概要図を示す。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プラズマを生成することができる。ノズルから吹き出るガス流の強制対流により、基板表面に届くラジカルの分布を制御することができる。合成実験には、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。この方法により、高品質単層グラフェン膜の低温（400°C以下）合成に成功した。通常、高温の銅基板上に現れるグラフェンの自己制限成長（self-limiting growth）現象が観察された。また、50 mm 長さのライン状プラズマノズルに沿ってグラフェン膜が成長することを確認し、プラズマ源のアレイ化による大面積化の可能性を示した。この FC-PECVD 法は、従来のプラズマ CVD 法の限界を克服し、グラフェンの合成およびプロセス技術として今後の発展が期待される。本研究は、Nano Letters 誌に出版される予定である [1]。

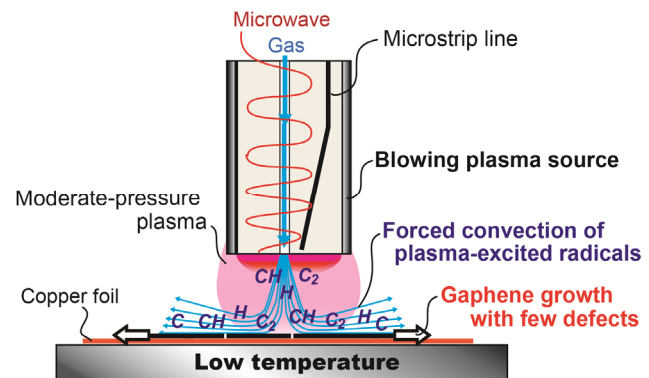


図 1. グラフェン低温合成用 FC-PECVD の概要図。

[1] J. Kim, H. Sakakita, H. Itagaki, “Low-temperature graphene growth by forced convection of plasma-excited radicals”, Nano Letters (Accepted).