

量産に向けたプラズマ CVD グラフェンの成長初期過程観察

Initial growth observation of plasma CVD graphene for mass-production

TASC グラフェン事業部¹, 産総研ナノチューブ応用 RC²

○加藤隆一¹, 南聡史¹, 沖川侑揮^{1,2}, 石原正統^{1,2}, 山田貴壽^{1,2}, 長谷川雅考^{1,2}

TASC Graphene Division¹, AIST NTRC²

○R. Kato¹, S. Minami¹, Y. Okigawa^{1,2}, M. Ishihara^{1,2}, T. Yamada^{1,2}, M. Hasegawa^{1,2}

E-mail: kato_ryuichi@tasc-nt.or.jp

【はじめに】炭素原子の sp² 結合によって構成されるグラフェンは様々な分野への応用が期待され、量産技術の確立が望まれている。我々はこれまでにプラズマ CVD 法と R2R 方式を組み合わせることでグラフェン膜合成の大面积化、高スロープット化を行ってきた。[1] またプラズマ CVD 法の課題であった膜の結晶性、電気特性に関しても低炭素源濃度を用いることで劇的に向上させることに成功した。[2] 近年、熱 CVD 法によるグラフェン合成では高圧及び低炭素源濃度によってドメインサイズの拡大と六角形成長が促進されることが報告され、これによりグラフェン膜の品質向上が図られている。[3][4] 一方熱 CVD 法は高品質かつ完全な連続膜化に多大な時間を必要とし、量産化への課題となっている。そこで本研究では高品質なグラフェン合成の量産化に向けてプラズマ CVD 法の成長速度に着目し、グラフェン成長初期段階の観察および考察を行ったので報告する。

【実験】誘導結合プラズマ (ICP) 源を装備した CVD 装置内部に金属箔の直接通電加熱装置を組み込み、銅箔基材を設置した。基材を加熱し、反応ガスである水素、メタンの圧力 5Pa で 150 秒間プラズマ処理することによりグラフェンを合成した。

【実験結果及び考察】Fig 1 は成長したグラフェンのドメインサイズを SEM で測定し、メタン分圧で規格化して得た二次元成長速度の温度依存性である。950℃でプラズマ CVD 法の成長速度は熱 CVD 法の 100 倍以上である。これはメタンがプラズマによって分解される際に、炭素原子に対して並進運動エネルギーが与えられることで基板上での拡散が促進され、成長効率が向上することが要因の一つと考えられる。

【結論】プラズマ CVD 法によるグラフェンの成長初期過程の観察を行った。プラズマ CVD 法は炭素源を有効に活用するグラフェンの成長法であることが分かった。

【謝辞】本成果の一部は NEDO の委託業務で得られた結果である。

[1] T. Yamada et al., Carbon **50** (2012) 2615-2619.

[2] R. Kato et al., Carbon **77** (2014) 823-828.

[3] H. Kim et al., ACS Nano **6** (2012) 3614-3623.

[4] I. Vlassiouk et al., J. Phys. Chem. C **117** (2013) 18919-18926.

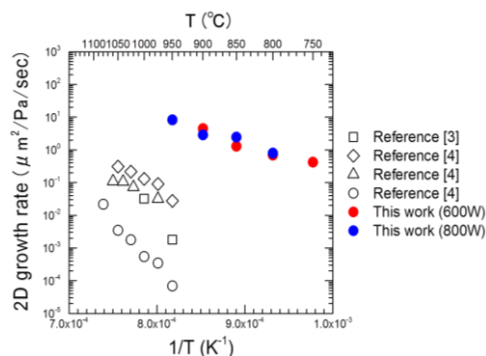


Fig 1: Two-dimensional growth rate of graphene normalized by the methane partial.