

大気圧リモートプラズマ CVD を用いたグラフェンの成長過程

Growth process of graphene

in atmospheric pressure remote plasma-enhanced chemical vapor deposition

名城大理工^{1, ○}(M1) 酒井 勇佑¹, 竹田 圭吾¹, 平松 美根男¹

Meijo Univ.^{1, ○} Y. Sakai¹, K. Takeda¹, M. Hiramatsu¹

E-mail: 203427008@ccmailg.meijo-u.ac.jp

グラフェンとはカーボンナノ材料の一つで、高いキャリア移動度、熱伝導率、光透過率などの優れた性質を持つことから、大きな注目を集めている。グラフェンの合成方法の一つとしてプラズマ CVD が挙げられる。プラズマ CVD では、低温・短時間で成膜できる利点がある一方、イオン衝撃などの影響により結晶性・均一性が低下してしまう問題がある。そのためリモートプラズマを用いることでイオン衝撃を軽減し結晶性を改善するといった研究も進められている[1]。本研究では、大気圧リモートプラズマ CVD 法を用いてのグラフェンの合成を試み、その成長過程について調査した。大気圧プラズマは一般的な低圧プラズマと比べて高密度に活性種を生成できる。プラズマと基板の距離を適切に設定し、その活性種量を制御できれば、更にイオン衝撃の影響を減らした高速成膜が可能と考えられる。また、大気圧プラズマでは真空装置の簡略化によるコストダウンも期待される。

本研究では、装置内へ導入されたマイクロ波を、マイクロギャップを用いて電界を局所的に集中させることで大気圧下での非平衡プラズマを実現している。ガス流量は He: 5000 sccm、H₂: 50 sccm、CH₄: 1, 2, 5 sccm として、成膜時間 10, 20, 30, 50 分で Cu 箔上に成膜を行った。成膜時のプラズマの発光スペクトルを計測し、活性種の量の変化を相対的に確認した。また、成膜された基板の評価はラマン分光法を用いて行った。

Fig. 1 に CH₄ 流量 1, 2 sccm 時における成膜時間とラマンスペクトルの I_D/I_G 比、Fig. 2 に He の発光(587 nm)で規格化した C₂ (516 nm)、CH (431 nm)の発光強度を示す。今回成膜できたのは I_{2D}/I_G 比が 0.3~0.7 程度だったことから数層のグラフェンである。Fig. 1 から CH₄ の流量が少なく時間が長いほど結晶性が増加していることが分かる。また、CH₄ の流量の増加に伴い、CH および C₂ の発光強度が強くなることがわかる。このことから CH₄ の流量を減らし気相中の CH および C₂ の量を減らすことで、基板表面上での核形成が減り結晶性が増加すると考えられる。

参考文献

[1] Jaeho Kim, et al., Nano Lett. 2019, 19, 739–746.

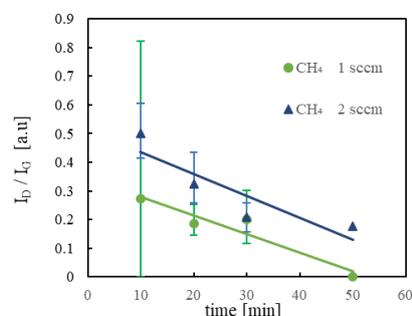


Fig. 1 I_D / I_G ratio of Raman spectrum at each CH₄ flow as a function of process time.

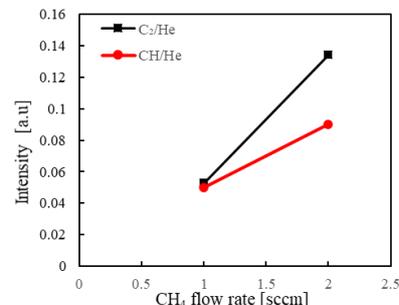


Fig. 2 Emission intensities of C₂ and CH normalized by He emission intensity as a function of CH₄ flow rate.