

CVD グラフェンの構造と電気化学特性の相関

Relationship of Electrochemical Properties and Structure of CVD Graphene

青学大理工 ○平野 正浩、中村 廉、尾松 佑樹、渡辺 剛志、黄 晋二

○M. Hirano, R. Nakamura, Y. Omatsu, T. Watanabe and S. Koh

College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

E-mail: hiramasa@ee.aoyama.ac.jp

窒素ドーピングした炭素材料はORR (Oxygen Reduction Reaction) へ高い触媒活性を示すことが報告されており、グラフェンを燃料電池のカソード電極への応用する研究が注目されている。CVD (chemical vapor deposition) 法により作製したグラフェンは、結晶性が高く、大面積に成長できるため、特定の構造を導入することで、その構造が電気化学特性へ及ぼす影響についての評価が容易になると考えられる。そこで私たちはグラフェンの構造と電気化学特性の相関を明らかにすることを目的に、異なる条件で作製したCVD グラフェンの電気化学特性を評価し、比較した。主に、単層グラフェンと多層グラフェンの表面形態の違いが電気化学特性に及ぼす影響について調べた。

グラフェンは熱CVD法により銅基板上に成長させた。単層グラフェンは低圧条件下で、多層グラフェンはArガスをを用いた大気圧条件下で作製し、作製後にPMMA (polymethyl methacrylate) 支持転写技法を用いSiO₂/Si基板に転写した。顕微ラマン分光測定により、多層グラフェンの表面形態は単層グラフェン上に1~10 μm程度の大きさの島状の多層領域が高密度で成長していることが確認された(図1)。

これらの試料の電気化学特性の評価は、CV (cyclic voltammetry) 法により行った。CV測定では、外圈型レドックスプローブとしてRu(NH₃)₆Cl₃ (1 mM)、支持電解質としてKCl (0.1 M) を含む水溶液を用いた。図2に走査速度100 mV/sでの単層グラフェンと多層グラフェンのCV曲線を示す。単層グラフェンに比べて多層グラフェンのCV曲線における酸化還元ピーク電位差 ΔE_p は小さくなった。さらに ΔE_p から電子移動の速さの指標である反応速度定数 k^0 を算出すると[1]、多層グラフェンの k^0 は可逆系 ($k^0 > 10^{-2}$ cm/s)を示し、単層グラフェンの k^0 は準可逆系 (10^{-4} cm/s $< k^0 < 10^{-2}$ cm/s) の値を示した。これは単層グラフェンに比べて、多層グラフェンの表面における電子移動が速いことを示している。この結果は、大気圧下で成長することで島状の多層領域を有するグラフェンが成長され、実効面積が大きくなり、かつ電気化学活性が高いエッジの密度が大きくなったことに起因していると考えられる。

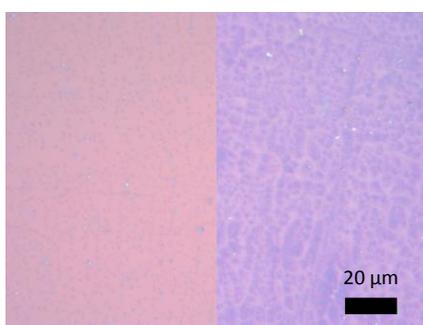


図1 作製したグラフェンの光学顕微鏡像 (左) 単層 (右) 多層

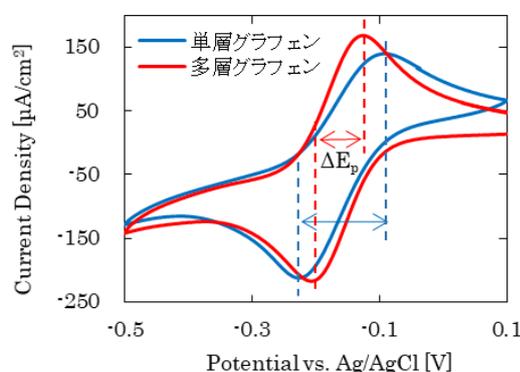


図2 1 mM Ru(NH₃)₆Cl₃ の CV 曲線

[参考文献]

[1] I. Lavagnini, R. Antiochia and F. Mango, *Electroanalysis*, **16**, 505-506 (2004).