

窒素含有有機物を原料とする CVD 法によるグラフェンの作製とその物性 Synthesis of graphenes by the CVD using nitrogen-containing precursors and its properties

和歌山大システム工 ○(M2) 伊佐 彰洋, 伊東 千尋
Dept. of Materials Science & Chemistry, Wakayama University
Akihiro Isa, Chihiro Itoh
E-mail: s193005@wakayama-u.ac.jp

1. 背景・目的

グラフェンは、その高い電子移動度故に、デバイスへの応用が期待されているが、バンドギャップがゼロの半金属であり、電子特性制御が困難である。グラフェンにヘテロ原子をドーピングすると、バンドギャップが開くことが理論的に予測されており、半導体デバイスや光触媒への応用が可能となる。中でも、窒素ドーピングは、安定な n 型グラフェンの作製が期待されており、特に高品質・大面積・低コストで作製可能な CVD 法において研究がなされている。しかしながら、具体的な窒素置換の構造や電子状態変化の解明には至っていない。本研究では、窒素含有物原料を用いた CVD 法によりグラフェンの作製を行い、原料の違いによりどのような物性変化が生じるのかを調べることを目的とした。

2. 実験

窒素含有物原料にはピリジンとアセトニトリルを使用し、比較の対象として原料をエタノールとした CVD 法により、グラフェンを作製した。常圧、Ar/H₂ 流下で、1050℃まで加熱した Cu 箔に原料ガスを供給し、グラフェンを成長させた。銅箔上に形成されたグラフェンは、ポリメチルメタクリレート (PMMA) 保護膜を用いて、Si 基板へ転写し、ラマン散乱測定を行った。また、楕円電極へ転写し、電気二重層法による電解効果測定を行った。

3. 結果・考察

Fig.1 にエタノール、ピリジン、アセトニトリルを原料として作製した試料のラマンスペクトルを示す。エタノールの場合に比べて、ピリジンとアセトニトリルで作製したものは、G band に対する D band のピーク強度比 ($I_{D/G}$) の増加、G band の高波数シフト、2D band の低波数シフトが観られた。 $I_{D/G}$ の増加は 2 配位の炭素位置に窒素が入ったことを示し、G band の高波数シフト及び、2D band の低波数シフトはドーピング効果と考えられる。これまでの研究より、2D band の低波数シフトは n 型ドーピングされたことが示唆される。Fig.2 にこれら試料について、楕円電極を用いて電気二重層法で測定したゲート電圧 (V_G) に対する電流量 (I_D) の特性を示す。エタノールを原料として得たグラフェンと比べて、ピリジンとアセトニトリルで作製したものは、最小の I_D を与える V_G の値 (V_{G_min}) が減少することがわかった。これより、窒素含有物原料から得た試料は電子ドーピングされていると結論できる。ポスター講演では、窒素含有物原料の違いにより得られるグラフェンの特性の変化について、詳細を議論する。

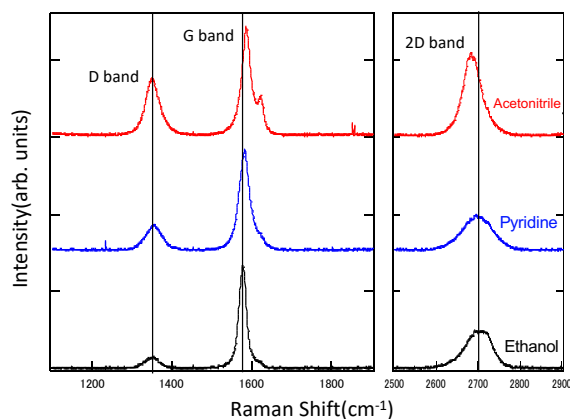


Fig.1 Raman spectra of the graphenes prepared by ethanol (black), pyridine (blue), and acetonitrile (red).

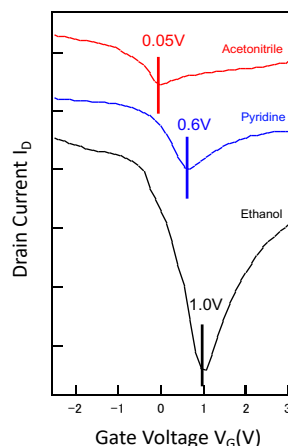


Fig.2 I_D - V_G properties of the graphenes prepared by ethanol (black), pyridine (blue), and acetonitrile (red).