

エピタキシャル触媒薄膜を用いた多層グラフェン合成と触媒依存性 Synthesis of multi-layer graphene with epitaxial catalyst films and its dependence on catalysts

産総研 連携研究体グリーン・ナノエレクトロニクスセンター (GNC)

*近藤 大雄、中野 美尚、周 波、久保田 一郎、高橋 慎、佐藤 元伸、林 賢二郎

佐藤 信太郎、横山 直樹

GNC, AIST, *D. Kondo, H. Nakano, B. Zhou, I. Kubota, M. Takahashi, M. Sato, K. Hayashi,

S. Sato and N. Yokoyama

E-mail: kondo.daiyu@aist.go.jp

我々は次世代配線材料として優れた電気特性や高い耐電流密度を示すグラフェンの高いポテンシャルに着目し[1]、300mm以上の大面積基板への展開を念頭に、グラフェンの大面積基板上での成長技術や配線作製プロセス開発を行っている。グラフェンを配線材料とする場合には、配線幅に相当する厚みの多層グラフェンを準備する必要があるが、従来知られているようなテープを用いた張り付け法では大面積化への展開は困難であり、CVD法のような大面積化が容易な手法の開発が求められる。前回の報告でコバルト (Co) を用いた多層グラフェンのCVD合成について紹介したが[2]、多層グラフェン合成に最適な触媒種はまだわかっていない。そこで、本研究では3つの異なるエピタキシャル金属触媒を用いて多層グラフェン合成を行い、電気特性をはじめとする材料評価を実施した。

実験には、3インチサファイア基板(c面)上に異なる堆積条件で準備したCo[3]、ニッケル(Ni)、鉄(Fe)触媒薄膜を用い、熱CVD法によりおよそ1000°C、0.5気圧にて真空槽内で合成を行った。合成には原料ガスはメタン(CH_4)を用い、希釈ガスとして水素(H_2)及びアルゴン(Ar)を用いた。合成前のEBSD観察では、試料表面垂直方向にそれぞれ(0001)、(111)、(101)配向を確認した。合成後に測定したX線回折の観察から何れの基板上においても多層グラフェンが形成されていることがわかった。続いて、得られた多層グラフェンの品質を評価するためにRaman分光測定を行った(図1)。Ramanスペクトルでは、何れの試料からもシャープなGバンド構造を明瞭に確認できると同時にDバンドはほぼ観察できず、高品質な多層グラフェンが合成できたことがわかった。また、CoとNiを用いた多層グラフェンのG'バンドのスペクトル形状はHOPGのスペクトルと類似しており、一方で、Feを用いた場合は、一般的に知られているようなCVDにより合成した多層グラフェンのスペクトル形状であった。これらの違いは、CoとNiから合成した多層グラフェンはHOPGと同じAB-stacking積層をしており、Feから合成した多層グラフェンがランダム積層していることを示唆している。さらに、CVDグラフェンの積層の違いの効果を調べるため、合成した多層グラフェンを熱酸化膜付きシリコン基板に転写し配線構造の作製を行い、電気特性の比較を行った。詳細は当日報告する。

本研究は、総合科学技術会議により制度設計された最先端研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものである。本研究の一部は、産総研IBECイノベーションプラットフォームの支援を受けて、ナノプロセッシング施設において実施されたものである。

References [1] K.S. Novoselov *et al.*, Science **306** (2004) 666.

[2] 近藤ら、第60回応用物理学会春季学術講演会30a-G12-8

[3] H. Ago *et al.*, ACS nano **4** (2010) 7407.

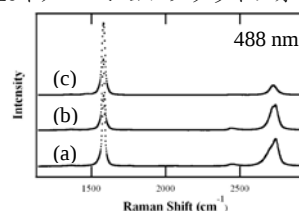


Fig. 1: Raman spectra of graphene grown with (a) Co, (b) Ni and (c) Fe catalysts.