

2 層レジストを用いたグラフェンナノディスクの作製と光学特性評価

Fabrication of graphene nano-disks by bi-layer resist and analysis of their optical properties

○石田 周太郎、新宅 貴志、笹木 敬司（北大電子研）

○Shuaro Ishida, Takashi Shintaku, Keiji Sasaki (Hokkaido Univ. RIES)

E-mail: sishida@es.hokudai.ac.jp

[背景] グラフェンは、特異な電子特性・光学特性を有し、安定かつ安価な材料として近年注目を集め、従来の Si 系半導体よりも高速・低消費電力な集積回路の実現や高速な光変調器の実現など様々な分野への応用が期待されている。しかし、ゼロバンドギャップであるために可視領域などエネルギーの高い領域における応用にこれまで制限があった。近年グラフェンのナノ粒子化によって、バンドギャップを形成することによる短波長帯における光デバイスの実現に注目が集まり、10 nm 以下の酸化グラフェンやグラフェン量子ドットからの発光[1]が報告されている。また、プラズモンによる光増強場について理論的に検討されている[2]。我々はこれまで、金属ナノ構造と酸素プラズマプロセスを用いたグラフェンナノ構造作製プロセスを開発し、電子顕微鏡（SEM）を用いた形状評価とプロセス条件毎のラマン散乱信号のサイズ依存性を検証してきた[3]。本報告では、上記プロセスの課題である加工後のレジスト残渣と更なる微細化に対して HSQ/PMMA レジストプロセスを開発し、マスク形状の評価とグラフェンの光学特性を評価したので報告する。

[実験・結果] 右図 1 に、新たに取得した従来プロセスで作製したナノ構造の SEM 像を示す。これまでの評価で用いてきた 2 次電子を用いた右の像と比較して、反射電子像を重ねることでグラフェン上の残渣を明確に確認することに成功した。そこで、グラフェンに接地する材料にベンゼン環を有さない材料を用い、かつ更に微細な構造を作製するため HSQ/PMMA 2 層レジストプロセスを開発し、作製したナノディスクパターンの SEM 像を右図 2 に示す。本プロセスでは、マスク作成後に酸素プラズマエッチングでマスク下のグラフェンをナノ加工し、アセトンで PMMA を溶出することでマスクをリフトオフする。図 3 は加工前後におけるグラフェンからのラマンスペクトルを示し、加工後に D バンドによるエッジの状態と G, 2D バンドにおけるグラフェン特有の状態を確認することができた。以上よりグラフェンナノディスク形成に成功したと考える。

[1] S. Kim, et al., ACS Nano, **6**(9), 8203-8208 (2012)

[2] C. Cocchi, et al., J. Phys. Chem. Lett. **3**(7) pp. 924-929(2013)

[3] 石田 周太郎, et al., 春季 第 62 回応用物理学会学術講演会, 11p-D8-1, 2015

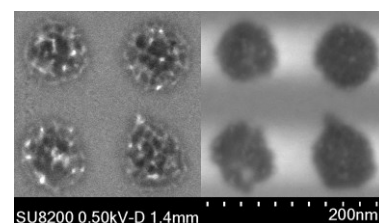


図 1 従来プロセスで作製した Graphene nano-disk SEM 像

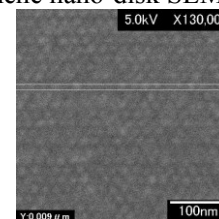


図 2 HSQ/PMMA nano-disk の SEM 像

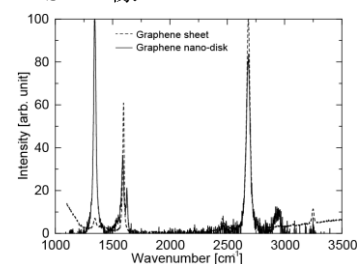


図 3 作製した Graphene nano-disk の Raman spectrum