

電子ビーム描画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-disk by E-beam lithography and analysis of their optical properties

北大電子研 °石田 周太郎, 関根 裕明, 笹木 敬司

Hokkaido Univ. RIES, °Shutaro Ishida, Hiroaki Sekine, and Keiji Sasaki

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。近年グラフェンをナノ粒子化し、量子閉じ込め効果によってバンドギャップを形成することが検討され、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、グラフェンナノ構造によって可視領域における光増強場が理論検討される[2]など可視領域におけるグラフェン光デバイスへの応用が期待されている。これらの研究では、グラフェンナノ構造の大きさや配置、層数の制御が困難であり、量子閉じ込め効果と光学特性との関係を検討する上で課題を有している。そこで、本研究では、大きさ、配置、層数を制御可能な電子ビーム描画を用いた金属ナノ構造の作製と酸素プラズマプロセスによるグラフェン加工を適用した。金属ナノマスクでは直径 30 nm のナノ構造を実現しており、酸素プラズマプロセスにおけるアンダーカットの調整によって 10 nm 以下の構造実現を目指している。

[実験・結果] 本研究では、熔融石英を用いたカバーガラス上に転写したグラフェンシートを用いた。このグラフェン基板の上に電子ビーム描画装置を用いてレジストのナノホールパターンを形成し、電子ビーム蒸着装置を用いて金属 (Cr) を 20 nm 堆積した後、リフトオフすることでグラフェン基板上に金属ナノディスクパターンを形成する (図 1)。図 2 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。蛍光顕微鏡 (励起 : 377 nm, 受光 : 536 nm) によるグラフェンナノ構造からの蛍光像を確認し、ナノ構造からの発光を確認した。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)

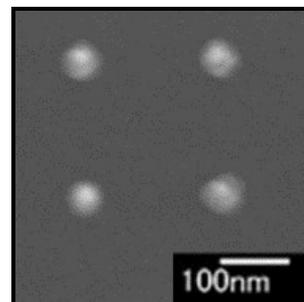


図 1 金属ナノパターン SEM 像

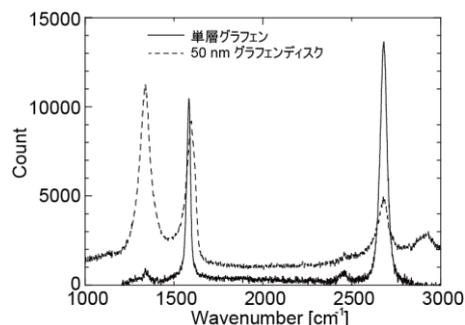


図 2 単層グラフェンシートとナノ構造のラマン散乱スペクトル