

グラフェンドット作製と光学特性解析

Fabrication of Graphene Dots and Optical Characteristic Investigation

東北大流体研¹、Chang Gung University²、Ming Chi University of Technology³、

東北大学原子分子材料科学高等研究機構⁴

○岡田 健¹、C-Y. Su²、C-H. Huang³、寒川 誠二^{1,4}

Institute of Fluid Science, Tohoku Univ.,¹ National Central University, Taiwan²,

Ming Chi University of Technology, Taiwan³, WPI-AIMR, Tohoku Univ.⁴

○Takeru Okada¹, C-Y. Su², C-H. Huang³, and Seiji Samukawa^{1,4}

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

近年、円形状の酸化グラフェンが可視領域で発光することが多数報告されており、グラフェンの応用として高速トランジスタ以外にも発光素子応用に期待が寄せられている。これまでに報告されているグラフェンドットのほとんどはグラフェンを酸処理することで得られているため、大量合成が可能であるものの、デバイス応用に不可欠な配置制御やサイズ制御には不向きであった。また、グラフェンには多数の欠陥があった。一方、トップダウン法として有効なプラズマエッチングを用いてグラフェンドットを作製した場合、プラズマから照射される紫外線が原因で欠陥形成が問題となる。このような現状では理想的な構造のグラフェンドットを作製することが困難である。そのため物性解明が十分ではなく光学デバイス応用における課題となっている。

我々はプラズマからの紫外線照射を抑制することで低損傷エッチングが可能な中性粒子ビームエッチングをグラフェンドット形成に適用し、グラフェンドットの物性解明とデバイスの実現を目的として研究を行っている。これまでに、金属酸化膜内包タンパク質をマスクとして用いた中性粒子ビームエッチングによって直径 10 nm のグラフェンドット形成に成功し、可視領域に狭線幅のフォトルミネッセンスを観察している。本研究では、タンパク質マスクに加え、ポリスチレンビーズをマスクとして用いて、サイズの異なるグラフェンドットを作製し、ラマンスペクトル、およびフォトルミネッセンスによる評価を目的に研究を行った。

グラフェンは銅箔上に化学気相蒸着法によって成長したグラフェンを所望の基板へ転写したものをを用いた。エッチングには酸素中性粒子ビームを用いた。ビームエネルギーは 10 eV である。マスクとなるタンパク質、およびビーズのサイズは 12 nm - 500 nm である。

エッチング後のグラフェンのラマンスペクトルは G バンド、および D バンドの線幅はほぼエッチング前と同等であるが、D バンド強度はエッチング後に高くなることがわかった。このことは中性粒子ビームによる加工で欠陥形成を抑制していること、またドット形状のグラフェンではエッジ部分が相対的に増加することに起因していると考えられる。様々なマスクを用いてグラフェンドットサイズを変化させれば測定領域におけるグラフェンドットのエッジ割合とスペクトルピーク強度の相関を明らかにすることが可能である。また、フォトルミネッセンスにおけるグラフェンのサイズ効果を定量的に解析できるものと期待できる。