

# 中性粒子ビームエッチングによる超低損傷グラフェンナノリボン形成 Ultra Low Damage Nano Ribbon Formation of Graphene Using Neutral Beam Etching

東北大流体研<sup>1</sup>, 長庚大学<sup>2</sup>, 東北大学原子分子材料科学高等研究機構<sup>3</sup>

○岡田 健<sup>1</sup>, Chi-Hsien Huang<sup>2</sup>, Chao-Sung Lai<sup>2</sup>, 寒川 誠二<sup>1,3</sup>

Institute of Fluid Science, Tohoku Univ.,<sup>1</sup>, Chang Gung Univ.<sup>2</sup>, WPI-AIMR, Tohoku Univ.<sup>3</sup>

○Takeru Okada<sup>1</sup>, Chi-Hsien Huang<sup>2</sup>, Chao-Sung Lai<sup>2</sup>, Seiji Samukawa<sup>1,3</sup>

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

グラフェンは 2004 年に電気特性が実験的に示されて以来, 基礎物性解明だけではなく成長方法や電子デバイスとしての評価について多くの研究が行われている. グラフェンの伝導帯と価電子帯はバンドギャップのない線形分散の特性を有しているため高い移動度を示すが, わずかな熱エネルギーで電子が励起されるため, トランジスタ応用に必要な信号のオンオフ比を得ることができない. そのため細線化 (グラフェンナノリボン) やドーピングによるグラフェンのバンドギャップ制御技術が必要とされている. ナノリボン形成には半導体プロセスで発展したプラズマエッチングが有効であるが, プラズマエッチングは紫外光の照射によって欠陥が導入され, 数 10nm 以下の細線化が必要なグラフェンにおいては適切とは言えない. そこで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適用し, ナノリボン形成と欠陥導入, さらにグラフェンナノリボンの電気特性評価を行った.

サンプルには銅箔に CVD 法によって成長したグラフェンをシリコン基板へ転写したものを用いた. グラフェンナノリボンのパターンニングは電子線描画によって行った. 中性粒子ビームはカーボンアパーチャーによって酸素プラズマ生成室とプロセス室に分離されており, アパーチャーによって紫外光やイオンが遮断・中性化されるため, プロセス室においては中性で運動エネルギーを持った酸素分子のみがサンプルに照射される. 本研究における中性粒子ビームのエネルギーは 10 eV である. エッチング後のグラフェンナノリボンはラマン分光によって評価を行った.

図 1 にグラフェンナノリボンの AFM 像を示す. 均一グラフェンナノリボンが形成しているのがわかる. また図 2 にラマン分光から算出した D/G 比を示す. 本研究で行った中性粒子エッチングは従来のプラズマエッチング (図中■) に比べ低い値を示し, 欠陥導入が抑制されていることがわかる. この傾向はプラズマエッチングにおいてリボン幅が狭い場合に顕著であり, エッジ部分から数 nm に渡り欠陥形成があることを示している. このことは, プラズマからの紫外光照射には方向性がないためレジスト端からグラフェンに照射された紫外光によって形成した欠陥の影響だと考えられる[1].

[1] Huang *et al.*, Carbon, accepted.

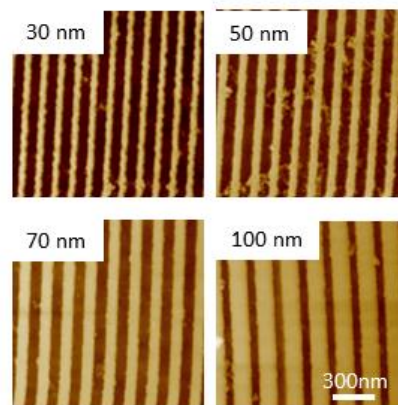


図 1 : グラフェンナノリボン AFM 像。

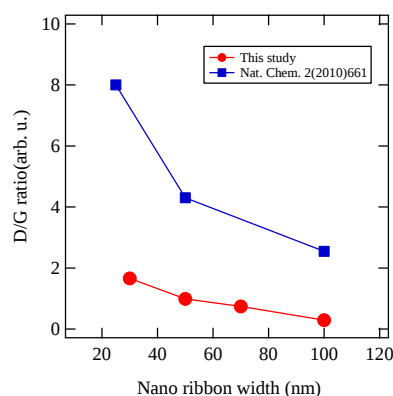


図 2 : ラマンスペクトル D/G 比のリボン幅依存性。  
(図中参考データはプラズマエッチングによる結果)