

VUV/O₃ エッチングによる酸化グラフェンのマイクロパターニング

Fabrication of Micro Graphene Oxide Patterns by Applying VUV/O₃ Etching

京大院工¹, Indian Institute of Petroleum²

◦ 屠 宇迪¹, Om Prakash Khatri², 一井 崇¹, 宇都宮 徹¹, 杉村 博之¹,

Dept. of Mat. Sci. & Eng., Kyoto Univ.¹, Indian Institute of Petroleum²

◦ Yudi Tu¹, Om Prakash Khatri², Takashi Ichii¹, Toru Utsunomiya¹, Hiroyuki Sugimura¹,

E-mail: tu.di.57c@st.kyoto-u.ac.jp

はじめに： グラフェン集積回路を産業化するためには、グラフェンの大量生産プロセスの確立は不可欠である。その方法の一つとして、酸化グラフェン(graphene oxide, GO)を作製した後、還元プロセスにより、再びグラフェンのような電気特性を得る、いわゆる酸化グラフェン還元体(reduced graphene oxide, rGO)の利用が提案されている。GO・rGO デバイスを作製するためには、GO を特定のな形にエッチングあるいは GO の面内に rGO 領域の描画といったパターニングプロセスの開発が重要である。これまでに電子線描画やレーザー描画、自己集積化などの方法を用いて、グラフェン・GO のパターニング手法が報告されてきた。当研究室では、高真空環境での真空紫外光(Vacuum-ultraviolet, VUV)光照射による GO の還元法およびパターニングプロセスを報告した。本発表では、VUV/O₃ エッチングとフォトマスクを組み合わせることにより、GO を必要な形にエッチングする方法を報告する。

実験と結果： 90 nm の酸化膜を持つ Si 基板に担持させた GO に、乾燥空気雰囲気下のチャンバー内で、VUV 光 ($\lambda=172$ nm, 10 mW/cm²) を照射した。照射距離を 10 mm, 照射時間を 15 min に固定し、VUV 光照射により生じる GO の化学状態変化の気圧依存性を XPS 測定から検証した。結果を Figure 1(a)に示す。照射前後の C1s ピークを比較すると C-O 結合に由来するピークは全ての気圧条件において光照射後に減少したが、C-C 結合に由来するピーク強度の減少は気圧に依存することが明らかになった。この結果は、VUV 光照射により発生した酸素活性種 (O^{1D}, O^{3P}, O₃) が GO を酸化・除去することを示している。特に、 10^3 Pa 以上の空気雰囲気下で VUV 光照射を行うと、GO に由来するピークの減少が顕著であることから、こちらの条件を用いて一枚の GO シートを特定の形にエッチングすることに取り組んだ。 300 nm 足付きのフォトマスクを介して GO に VUV 光を 5×10^3 Pa の空気雰囲気下で 15 min 照射した試料の光学顕微鏡像を Figure 1(b)に、原子間力顕微鏡(AFM)像を Figure 1(c)に示す。光学顕微鏡観察の結果、フォトマスクと同様な形状が得られたことから、マスクパターンに由来する GO の除去(光エッチング)が示唆された。AFM 観察から得られた表面形状像とそのヒストグラムから、残された GO の厚さは約 0.8 nm であり、一層の GO を観察していると考えられる。VUV 光照射により GO が除去された部分の幅はフォトマスク形状(露光部 5 μ m, マスク 5 μ m)と一致することから、VUV 光と酸素活性種を用いた GO の新たなエッチング手法の開発に成功したと考えている。

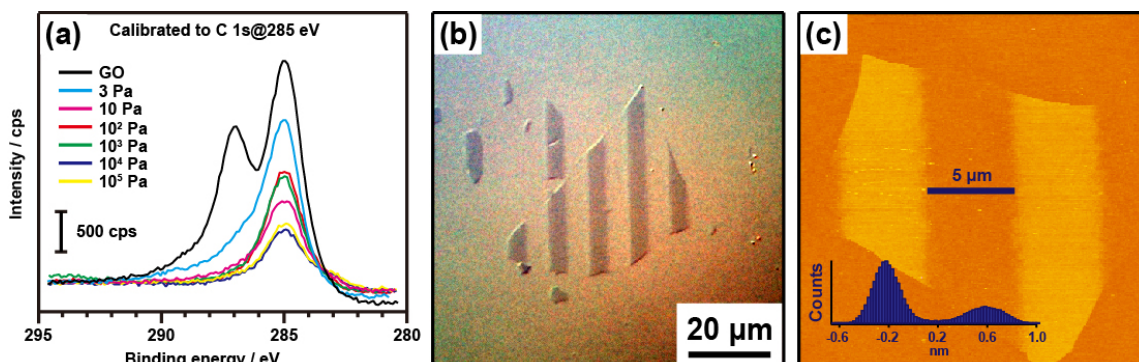


Figure 1 (a) XPS spectrum of the VUV irradiated GOs at various pressure conditions. (b) An optical microscopy image of the patterned GO sheet. (c) An AFM image of the patterned GO sheet.