

サーマルアシスト VUV 光化学反応による酸化グラフェンの還元

Reduction of Graphene Oxide by Thermal-assisted VUV Photochemical Reaction

〇屠 宇迪, 宇都宮 徹, 一井 崇, 杉村 博之(京大院工)

〇Yudi Tu, Toru Utsunomiya, Takashi Ichii, Hiroyuki Sugimura,

(Dept. of Mater. Sci. & Eng., Kyoto Univ.)

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

はじめに：酸化グラフェン(graphene oxide, GO)を還元するために、インコヒーレントな実用光源である Xe₂ エキシマランプを用いた真空紫外(vacuum ultraviolet, VUV)光化学還元法を提案した. [1] 本手法を用いて、単層 GO の面内に導電性還元体(reduced graphene oxide, rGO)パターンの描画を実現した. [2] しかし、作製した rGO の酸素炭素比率 ($R_{O/C}$) は 0.25 程度であり、シートの導電性向上には、さらなる酸素含有基の除去が必要である. これまでの光還元プロセスでは、基板表面に担持された GO シートはバリアとなるため、基板と GO シートの間の酸素含有基の除去が困難であると考えられる. 本研究では、加熱により GO を熱励起することで、残留酸素含有基除去を図るサーマルアシスト VUV 光還元法を試みた.

実験と結果：GO 被覆 Si 基板（自然酸化膜つき）を真空チャンバー ($< 10^{-3}$ Pa) 内で 120°C に加熱しながら、VUV 光 ($\lambda=172$ nm, 10 mW/cm²) を 64 min 照射した. 対照実験として、未処理の GO, 64 min 加熱した GO, および室温で 64 min VUV 光照射した GO を作製した. 各試料の元素組成を X 線光電子分光法 (XPS) により、表面形状像を原子間力顕微鏡 (AFM) により分析した. その結果を Fig.1 に示す. Fig.1(a, b)の元素分析結果から、120°C で加熱した GO の $R_{O/C}$ および共役結合占有率 ($P_{C=C}$) は未処理の GO と同等であった. すなわち、GO が還元されなかった. Fig.1c に示す室温で VUV 光還元した rGO は先行報告と同様に $R_{O/C}$ は 0.25 付近に飽和した. Fig.1d に示す 120°C の VUV 光還元においては rGO の $R_{O/C}$ が 0.17 に減少した. 各元素分析に対応した GO・rGO シートの表面形状像を Fig.1(e-h)に示す. 120°C で加熱した GO は還元されなかったため、未処理の GO と同じ厚み (約 1.2 nm) を持つと考えられる. VUV 光に還元された rGO は酸素含有基を除いたため 0.83 nm に減少した. 一方、120°C での VUV 光還元された rGO は 0.62 nm まで厚みが減少した. 120 °C の処理によって、基板とシート間の酸素含有基も除去できることを示唆している. 以上の結果によって、サーマルアシスト VUV 光還元の有効性を実証した.

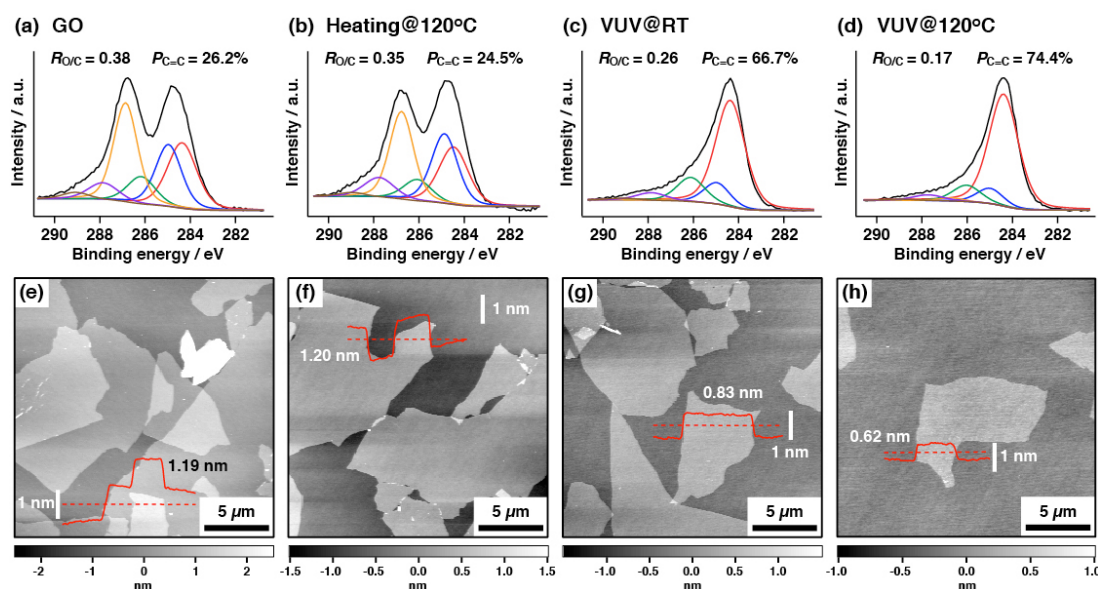


Fig. 1. XPS spectra of (a) pristine GO, (b) GO treated by heating at 120°C for 64 min, (c) GO treated by VUV irradiation at room temperature for 64 min, (d) GO treated by VUV irradiation at 120°C for 64 min, respectively. AFM topographic images of (e) pristine GO, (f) GO treated by heating at 120°C for 64 min, (g) GO treated by VUV irradiation at room temperature for 64 min, (h) GO treated by VUV irradiation at 120°C for 64 min, respectively.

¹ Y. Tu, T. Ichii, O.P. Khatri, and H. Sugimura, Appl. Phys. Express **7**, 75101 (2014).

² Y. Tu, T. Ichii, T. Utsunomiya, and H. Sugimura, Appl. Phys. Lett. **106**, 133105 (2015).