

走査トンネル顕微鏡による酸化グラフェンのナノスケール発光計測

Nanoscale Luminescence Measurement of Graphene Oxide

Using Scanning Tunneling Microscopy

東北大通研¹, °片野 諭¹, 笹嶋 匠¹, 上原 洋一¹RIEC, Tohoku Univ.¹, °Satoshi Katano¹, Takumi Sasajima¹, and Yoichi Uehara¹

E-mail: skatano@riec.tohoku.ac.jp

グラフェンを酸化することによって得られる酸化グラフェン (GO) は、グラフェン構造の保持された導電性の sp^2 ドメインと酸素官能基の接続された絶縁性の sp^3 ドメインで構成される。GO を還元処理するとグラフェンシートに接続された酸素官能基が減少し、可視光領域で GO が蛍光を示すことが知られている [1]。還元度によって発光色が変化する興味深い性質を有することから、GO をディスプレイなどの光デバイスに応用する研究が盛んになされている[2]。光物性に強い影響を及ぼす sp^2 ドメインの大きさや形状は、還元処理によって大きく変化すると考えられる[2]。本研究では、原子スケールの空間分解能を有する走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いて熱還元された GO の光電子物性を調べた。ここでは、GO の発光に関わるナノドメインを STM 発光計測により特定した結果について報告する。

Au(111)/mica 基板を 1 mM octanethiol-ethanol 溶液に 1 日浸漬させて C_8S -SAM を成膜した。超音波分散した GO-エタノール溶液を C_8S -SAM/Au(111)にスピスコートし GO を基板表面に吸着させた[3]。この試料基板を超高真空中(真空度 5×10^{-10} Torr)でアニール処理することで GO の熱還元を行った。GO の STM および STM 発光計測は、超高真空中で行った。

404 °Cでアニール処理された単層 GO の STM 像を Figure 1(a)に示す。高さプロファイルの解析から、アニール処理された単層 GO の厚さは 0.3~0.6 nm 程度であることがわかった。一方、室温で吸着させた未処理の単層 GO は、1 nm 程度の厚さであった[4]。このように GO の厚さが減少した理由として、熱還元による酸素官能基の脱離が挙げられる。次に、この熱還元された GO の STM 発光計測を行った。サンプルバイアス (V_s) が 1.6 V を越えると GO シート内の一部の領域から強い発光が観測された。このような発光は未処理の GO では観測されず、熱還元によって GO が発光性を示すことがわかった。 V_s を 1.6 V に固定して得られた STM 発光のマッピング像を Figure 1(b)に示す。数 nm の領域に局在した発光が観測され、これは発光性の sp^2 ドメインと考えられる。

参考文献

- [1] Loh *et al.*, Nature Chem. **2** (2010) 1015. [2] Chien *et al.*, Angew. Chem. Int. Ed. **51** (2012) 6662. [3] Katano *et al.*, J. Vac. Soc. Jpn. **60** (2017) 495. [4] Katano *et al.*, Phys. Chem. Chem. Phys. **20** (2018) 17977.

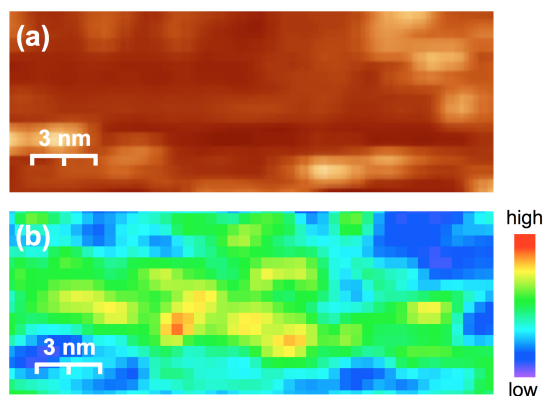


Figure 1 (a) An STM image of GO/ C_8S -SAM/Au(111) obtained after annealing to 404 °C for 20 minutes in UHV. $V_s=1.6$ V, $I_t=1.0$ nA. (b) An STM light emission mapping of GO/ C_8S -SAM/Au(111) obtained simultaneously with the image (a).