

## 酸化グラフェンの酸化還元反応を用いた固体イオニクスデバイス

## Solid State Ionics Device Using Redox Reaction in Graphene Oxide

物材機構<sup>1</sup>, ○土屋 敬志<sup>1</sup>, 鶴岡 徹<sup>1</sup>, 寺部 一弥<sup>1</sup>, 青野 正和<sup>1</sup>

NIMS<sup>1</sup>, ○Takashi Tsuchiya<sup>1</sup>, Tohru Tsuruoka<sup>1</sup>, Kazuya Terabe<sup>1</sup>, Masakazu Aono<sup>1</sup>

E-mail: TSUCHIYA.Takashi@nims.go.jp

近年、その高い電子キャリア移動度のみならず、幅広いエネルギー範囲に渡って調節が可能なフォトルミネッセンス、室温での強磁性発現等、様々な物性研究の舞台として注目されるグラフェン、及び酸化グラフェンにおいては、炭素原子同士が  $sp^2$  結合する領域と  $sp^3$  結合する領域の比 ( $sp^2/sp^3$  比) が物性制御の鍵となることが知られている。本研究では固体電解質を用いた  $sp^2/sp^3$  比のその場制御を考案し、酸化グラフェンを用いた電気二重層トランジスタ (EDLT) における ON/OFF 比、電子キャリア移動度、及びバンドギャップを可逆的、かつ不揮発的に調節可能であることを報告した。<sup>[1]</sup> こうした挙動は酸化グラフェン中の炭素原子に結合した酸素原子が YSZ 等の水素イオン伝導体から供給される水素イオンと結合し水分子として脱離する、つまり酸化グラフェンの電気化学的な還元反応に対応している。逆反応では還元された酸化グラフェンが再酸化される。

先述の機構をより詳細に検証するため、チャンネル部を最表面に持つ EDLT を作製した。当初、酸化グラフェン部分は透明であったが、ゲート電圧 2.5V で 1800 秒保持することにより、ソース・ドレイン電極近傍に黒色に変色した領域が生じた。そこで、スポット径約  $80\mu\text{m}$  を有する局所光電子分光法により C1s 軌道、及び価電子帯の比較を行った。図 1(a) に C1s の光電子スペクトルを示す。酸化グラフェンの透明部分(A)では C-C 結合を示すピーク I に加えて酸素と結合したピーク II、及び III が顕著である一方、黒色部分(B)ではピーク II、III の強度が減少している。同様に図 1(b) の価電子帯の光電子スペクトルを比較すると、B は A に比べて約 0.7 eV 程価電子帯上端が真空準位側にシフトしていることがわかる。以上の結果より、本デバイスにおいて認められる電気特性、及び光学特性の変化は酸化グラフェンの酸化還元によるものと考えられる。

本手法を用いると酸化グラフェンの電気・光学特性のみならず、フォトルミネッセンスをその場で自在に制御可能なデバイスに発展する可能性がある。本講演では固体電解質を用いたフォトルミネッセンスのエネルギー調節についても報告する。

## 参考文献

[1] T. Tsuchiya, K. Terabe, M. Aono, Adv. Mater. 26, 1087-1091 (2014)

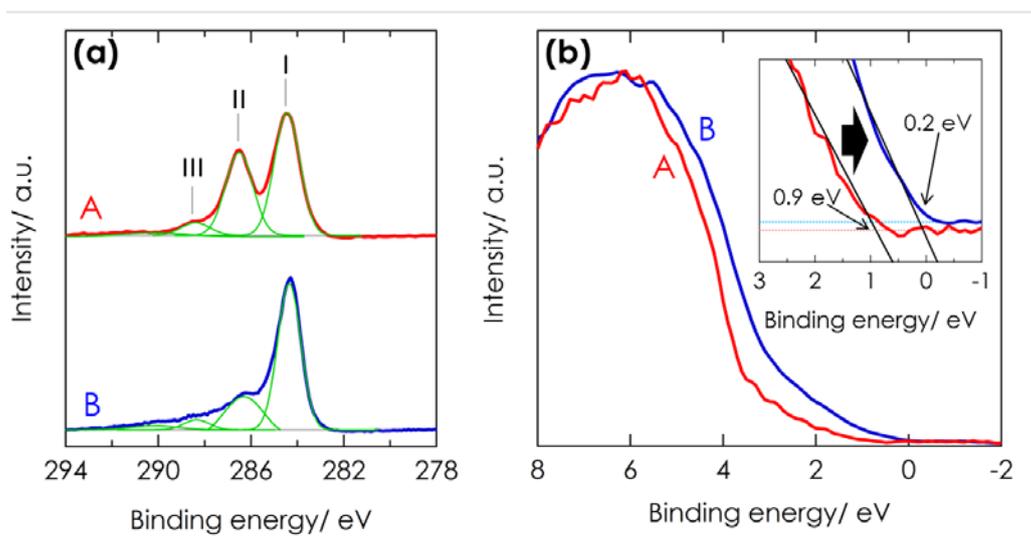


Fig. 1 酸化グラフェン(A)、及び電圧印加により還元された酸化グラフェン(B)の(a) C1s 及び (b) 価電子帯の光電子スペクトル。