

酸化グラフェンナノシートの光電気化学

工学部 物質生命化学科 4年・JST, CREST	立石光
大学院自然科学研究科 前期課程・JST, CREST	渡辺裕祐
工学部 物質生命化学科 4年・JST, CREST	畠山一翔
大学院自然科学研究科 助教・JST, CREST	谷口貴章
” 講師・JST, CREST	鯉沼陸央
九州大学 大学院工学研究院 准教授	伊田進太郎
大学院自然科学研究科 教授・JST, CREST	松本泰道

1. 緒言

グラフェンナノシートは、量子ホール効果などの異常な物理特性を持つ。たとえば、電氣的、熱的に高い伝導性を有し、また、高い透明性を有している。そのため、ウルトラコンデンサや、太陽電池及び、透明電極などのデバイスとしての応用が期待され、多くの研究がおこなわれている。また、その酸化物である酸化グラフェンナノシートは、多くの酸素官能基を有しているため、マイナスチャージで多くの電子キャリアを持つため、光電極デバイスへの応用が期待されるが、その基本となる光電気化学特性はまだ測定されていない。そこで、本研究では、酸化グラフェンナノシートの光電気化学測定を行い、バンド構造について検討した。

2. 実験

Hummers'法により酸化グラフェンを作成した。その後、純水に 1.2 mg/mL の濃度で加えて超音波を照射、超遠心分離後、上澄み液を回収し酸化グラフェンナノシート溶液とした。そして、ITO ガラス上にナノシート溶液を滴下した電極(DGO)と、電気泳動法により ITO ガラス上に付着させた電極(EGO)を、三電極方式で、光のオン/オフを行いながら CV 曲線を測定した。光源は、高圧水銀ランプを用いた。また、アクションスペクトルも測定した。酸化グラフェンナノシートの表面分析は XPS によって行った。

3. 結果と考察

酸化グラフェンの光電気化学特性を測定したところ、DGO、EGO 電極ともにアノード、カソード光電流が観測された。DGO 電極の場合、始めに 0 V ~ +0.8 V 側に掃引するとほとんどアノード光電流は観測されない(a)、しかし、0 V ~ -0.8 V 側に掃引するとはっきりとしたアノード光電流が観測された(b)。一方、EGO 電極の場合、始めに 0 V ~ +0.8 V に掃引してもはっきりとしたアノード光電流が観測された(c)。ITO 基板のアノード光電流は $10 \mu\text{A}$ 以下ととても小さいので、観測された全てのアノード光電流は GO に由来するものではないかと考えられる。また、DGO と EGO 電極の XPS 測定を行ったところ EGO 電極は還元が進行していることが分かり、CV 測定後は DGO 電極も還元が進行していることが分かった。このことから、還元が進行することにより導電性が上がり、半導体的性質をもつようになったと考えた。また、アクションスペクトルを測定したところ、酸化グラフェンナノシートは 450 nm ~ 500 nm 付近から光電流が観測された。これらの結果から、酸化グラフェンナノシートは n 型半導体でバンドギャップは約 2.6 eV であると推測した。

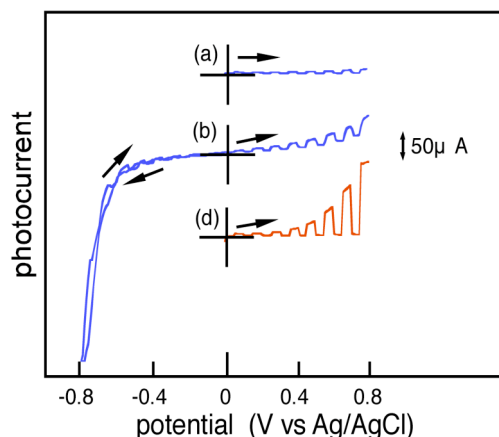


Fig. 1 CV 曲線: (a) DGO (0 V → +0.8 V), (b) DGO (0 V → -0.8 V → +0.8 V), (c) EGO (0 V → +0.8 V)