

サイクリックボルタンメトリーによる シリコン量子ドットのエネルギー準位構造評価

Cyclic Voltammetry of Silicon Quantum Dots

神戸大院工 °井上 晃輔, 杉本 泰, 藤井 稔

Kobe Univ., °Kosuke Inoue, Hiroshi Sugimoto, Minoru Fujii

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

シリコン量子ドットは、可視～近赤外領域の蛍光材料としてのみならず、光触媒やリチウムイオン電池の負極材料として注目されている。このような（光）電気化学分野への応用において、もっとも基本的な評価方法はサイクリックボルタンメトリーであり、量子ドット／溶液界面における電荷移動に関して重要な情報が得られる。一方、シリコン量子ドットをサイクリックボルタンメトリーにより評価した例は非常に少なく、量子ドット／溶液界面における電荷移動について解明されていないことが多い。

本研究では、当研究室で開発したホウ素とリンを高濃度にドーピングしたシリコン量子ドットをサイクリックボルタンメトリーにより評価した。この量子ドットは、表面修飾無しで極性溶媒に分散し、水溶液中で可視～近赤外領域にサイズに依存した発光を示す[1]。また、溶液中において表面の分子やイオンと電子授受が効率的に行われることが明らかになっており、光触媒としての機能が期待できる[2]。

図 1 (a)に測定のセットアップを示す。我々のグループで通常用いているメタノール溶媒はサイクリックボルタンメトリーに適していないため、溶媒をアセトニトリルに置換し、シリコン量子ドットをアセトニトリル中に分散させた状態で測定を行った。溶媒の置換は、メタノール中に分散したシリコン量子ドットに貧溶媒であるトルエンを加え凝集・沈殿させた後、アセトニトリル中に再分散させる方法で行った。電解質には過塩素酸テトラブチルアンモニウムを用いた。図 1(b)に測定したサイクリックボルタモグラムを示す。図 1(b)の破線は、シリコン量子ドットを分散させていないアセトニトリル溶液のボルタモグラムである。走査電位内に酸化還元反応に起因する電流がないことから、溶媒や電解質に反応は起きていない。平均粒径 4.0 nm のシリコン量子ドット (1.0 mg/mL) を加えた溶液のボルタモグラムを実線で示す。電位走査を 5 回行っており、走査回数ごとに色を変えている (黒→赤→緑→青→シアン)。シリコン量子ドット由来のアノード・カソードピークが明瞭に観測されている。講演では、これらのピークの起源について、他の方法で測定したエネルギー準位のデータと比較しながら議論する。また、走査回数の増加によるボルタモグラムの変化の起源について議論する。

[1] H. Sugimoto et al., *J. Phys. Chem. C* (2013) 117, 11850-11857.

[2] T. Kojima et al., *J. Phys. Chem. C* (2018) 122, 1874-1880.

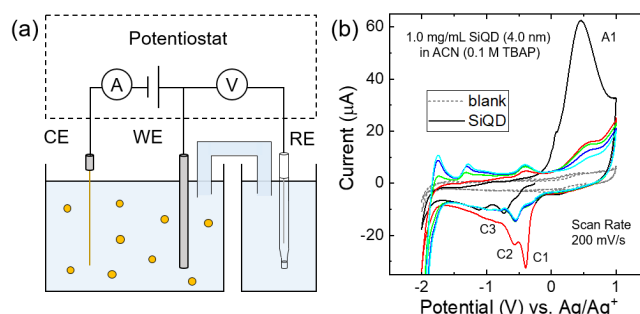


Figure 1. (a) Schematic of a three electrodes cyclic voltammetry setup. SiQDs are dispersible in acetonitrile (ACN). (b) Cyclic voltammograms recorded for 0.1 M TBAP in ACN (dash curve) and ACN (TBAP 0.1M) solution in which SiQDs (1.0 mg/mL) are dispersed (solid curves).