

暗視野顕微鏡法による電解析出型エレクトロクロミックマルチカラー銀ナノ粒子のその場観察

(千葉大工¹・千葉大院工²) ○宇治 駿¹・木村 俊輔²・中村 一希²・小林 範久²
 In-situ Observation of Electrochemical Deposited Multicolor Ag Nanoparticles with Dark-field Microscopy (¹Fac. Eng., Chiba Univ., ²Grad. Sch. Eng., Chiba Univ.) ○Shun Uji,¹ Shunsuke Kimura,² Kazuki Nakamura,² Norihisa Kobayashi²

Electrochromism (EC) is defined as reversible color change induced by electrochemical redox reaction. We have reported Ag deposition-based EC device which shows reversible optical changes between transparent, mirror, black and various chromatic colors in a single device. These optical states depend on localized surface plasmon resonance (LSPR) of Ag nanoparticles. In this research, we observed scattering light of the Ag nanoparticles during device operation by dark-field optical microscopy.

Keywords : Electrochromism; Silver; Localized surface plasmon resonance (LSPR); Dark-field microscopy; Smart window

エレクトロクロミズム(EC)は、電気化学的な酸化還元反応による可逆的な色調変化である。これまで我々は、銀の電解析出に基づく、透明、鏡、黒に加え様々な有彩色を単一素子中で発現可能な EC 素子を報告してきた¹⁾。これらの光学状態は銀ナノ粒子の局在表面プラズモン共鳴(LSPR)に起因している。金属ナノ粒子へ入射する光は LSPR によって吸収及び散乱されるため、散乱光のみを観察する暗視野顕微鏡を用いることで、金属ナノ粒子による散乱光の様子が観察可能である²⁾。本研究では、暗視野顕微鏡を用い、EC 素子駆動中に電気化学的に生成・溶解する銀ナノ粒子の LSPR に起因する散乱光の“その場観察”を行った。

Fig. 1 に使用した EC 素子の模式図を示す。EC 材料の硝酸銀、メディエーターの塩化銅(II)、支持電解質の臭化リチウム、ゲル化剤として PVB を含むゲル電解液を 2 枚の ITO 電極で挟み込むことで素子を構築した。その際、顕微鏡観察のため一方の電極基板を薄いカバーガラスタイプとした。この素子にステップ電圧を印加して発色させた際の暗視野顕微鏡観察像を Fig. 2 に示す。銀ナノ粒子の析出に伴って、青色の光を散乱する一つ一つの銀ナノ粒子が観察され、電圧印加で成長する銀ナノ粒子の散乱光のその場観察に初めて成功した。従来の、素子駆動中の吸収スペクトル測定と組み合わせることで、素子中の粒子成長・溶解機構の解明に役立つと期待される。

cover glass type flat ITO electrode

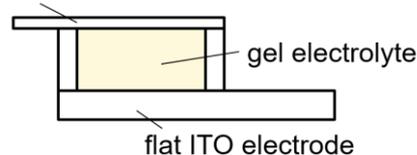


Fig. 1 Schematic diagram of the EC cell

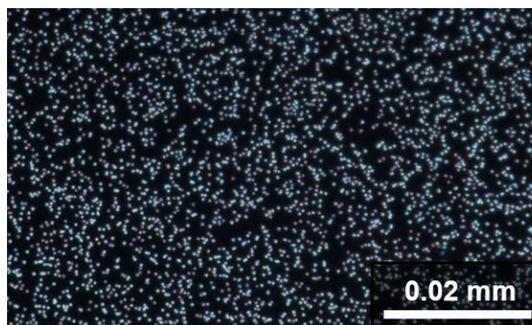


Fig. 2 Dark-field microscopy image of the EC cell under voltage application

- 1) A. Tsuboi, K. Nakamura, N. Kobayashi, *Chem. Mater.* **2014**, 26, 6477.
- 2) Y. Liu, C. Z. Huang, *Nanoscale.* **2013**, 5, 7458