

メタマテリアルを用いたエレクトロクロミック表示の高速化

研究代表者 工学部 生命環境化学科 教授 山田 勝実

共同研究者 工学部 メディア画像学科 教授 内田 孝幸、工学部 基礎教育 准教授 越地 福朗

目的)

我々は、金ナノロッドアレイ膜を電極として、その表面に金属酸化物や導電性高分子などのエレクトロクロミック(EC)物質を薄膜で固定化し、反射 EC 特性を調べてきた。[1-3] 最近、DC スパッタリングで島状金ナノ粒子を表面に固定化した ITO 電極上 (Au-ITO) に EC 物質を積層させ、通常の ITO 電極を用いた場合と比較して EC 特性の評価を行った。その結果、島状金ナノ粒子の電極を用いると、Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)の着色状態と消色状態との変色量が増大し、変色時の反応が高速化された。[4] これらには、金ナノロッドを用いた場合での EC 高速化と同様に、島状金ナノ粒子によるプラズモン増強やDMD構造の効果が表れているものと考えられた。今年度は、EC 物質の吸収波長に合わせたプラズモン増強を実現するために、パルス電圧電解による島状金ナノ粒子の作成を試みた。

実験方法)

シリコン O リングを介して二枚の ITO 膜付ガラスで電解液を挟んだ電解素子を作製した。金ナノ粒子を得るための電解液は、亜硫酸金ナリウムと亜硫酸カリウムを純水に溶解させたものを用いた。電解素子に、比較的高い電圧の短時間パルスおよび低い電圧を印加して金ナノ粒子を ITO 電極上に固定化した。

結果および考察)

図 1 にパルスを含む電解により ITO 電極上に得られた金膜の色調の例を示した。本方法により、異なる色調の金膜を作製できることが明らかとなった。色調が異なるのは、膜を構成している金ナノ粒子の大きさとプラズモン散乱の波長が異なるからと考えられる。一般に、高い電圧の短時間印加により、金属イオンが還元され電極上に析出核が形成される。続く低い電圧の印加で核成長が起こると言われている。次に、この方法の特徴を示す実験例を紹介する。パルスの時間を固定し印加電圧を変えた (-7 から -10 V) 結果として、得られた ITO 電極の透過スペクトルを図 2 に示した。いずれの電圧においても、色調は紫色で、波長 580 nm 付近に極小を有する透過スペクトルが得られた。この

波長は、直径 100 nm 近辺の球状の金ナノ粒子のプラズモン散乱によるものと言われている。さらに透過率はパルスの電圧の増加とともに低下している。この方法を用いることで、同じ色調で色の濃さを変化させることができた。即ち、同じ大きさの島状金ナノ粒子が形成され、その粒子の数が変化していることが考えられる。

参考文献)

- [1] K. Yamada, et,al., J. Soc. Photogr. Sci. Technol. Jpn., 75, 340 (2012).
- [2] K. Yamada, et,al., Bull. Soc. Photogr. Imag. Jpn., 24, 12 (2014).
- [3] K. Yamada, et,al., Bull. Soc. Photogr. Imag. Jpn., 25, 38 (2015).
- [4]田中、山田、日本写真学会誌、80, 60 (2017).



Fig.1 Color variations of ITO electrodes after Au electrodeposition with pulse voltage.

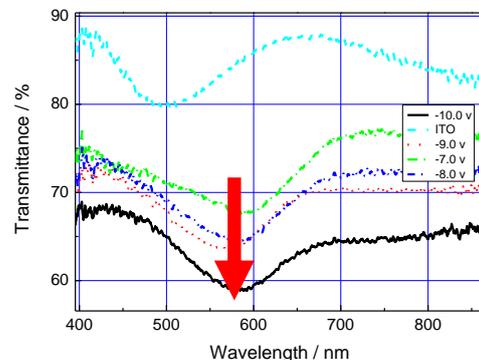


Fig.2 Transmittance spectra of ITO electrode with Au nano island obtained at various applied voltages.