

# キャッピング剤添加による銀電着型 エレクトロクロミック素子の反射特性への影響

SATテクノロジー・ショーケース2023

## ■ はじめに

エレクトロクロミズムとは、エレクトロクロミック (Electrochromic; EC) 物質の電気化学的な酸化還元反応による可逆的な色変化現象であり、電子ペーパー (e-paper) やデジタルサイネージ等のディスプレイデバイス、調光窓ガラス(スマートウィンドウ)や防眩ミラー等への展開も進展している。本研究では、透明電極上における銀の還元析出をEC反応として利用する、銀析出型EC素子(Ag deposition-based EC cell)を構築した。銀薄膜な構造は、鏡面を呈する。本研究では、鏡面の反射率向上の別のアプローチとしてクエン酸キャッピング剤の添加を提案する。一般的な金属ナノ粒子の合成において、粒子の形状制御や凝集防止のために界面活性剤、ナノ構造テンプレート等が用いられる、クエン酸を従来の銀析出型EC素子に添加することで、析出銀粒子の形状制御およびそれによる銀析出型EC素子の反射率向上を試みた。

## ■ 透明・黒・鏡を発現する銀析出型EC素子の構造

EC素子は、一对のITO電極と、 $Ag^+$ イオン源としての硝酸銀を含むECゲル電解液で構成されている(図1)。

素子の電気化学および光学特性の検討より、 $-2.1$  V以上の負電圧を印加すると、カソード電極上で銀イオンが還元して金属銀が析出し、 $+0.5$  Vの印加で析出銀が溶解することが分かった。例えば、透明状態の素子に対して、 $-2.5$  Vを20 s印加してITO電極上に銀を析出させると、反射率が大きく上昇しミラー状態を発現した(図1左下)。また、一方の電極表面をITOナノ粒子で凹凸に修飾し、この面に銀を析出させると、入射光を多重散乱させる多孔質な析出銀が得られ、素子は反射のない黒色を発現した(図1右下)。

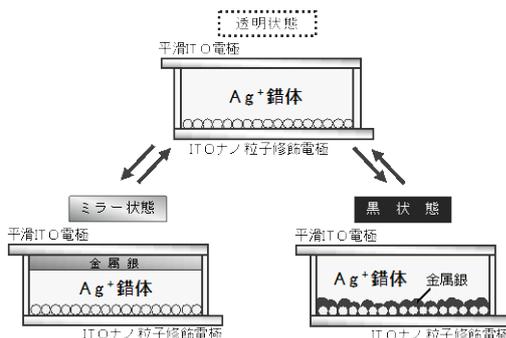


図1. 銀析出型EC素子の構造と、透明・ミラー・黒状態発現

の模式図。

## ■ クエン酸添加型銀電着型エレクトロクロミック素子

本研究ではキャッピング剤として広く用いられるクエン酸を添加することにより、形状制御により素子の反射率向上を試みた。その結果、クエン酸添加により高い反射率の素子に見られる(図2)。実験の結果により、クエン酸は銀の成長速度を制御できず、吸着作用によって銀ナノ粒子の凝集状態(薄膜)を制御される。さらに、クエン酸以外の吸着作用のような分子を添加した際にも銀析出面が平滑化し、反射率が向上することが明らかとなった(図3)。これらのことから、銀析出型EC素子の反射率を向上および制御するために、クエン酸を中心とした保護剤は適した添加物であることを実証した。

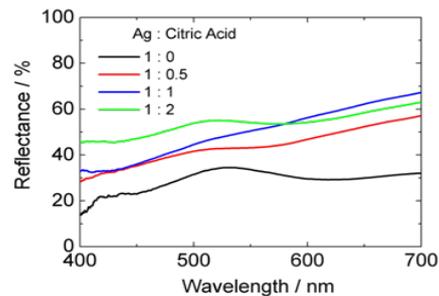


図2. クエン酸添加により高い反射率の素子 .

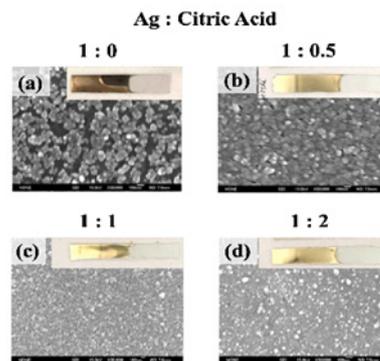


図3. クエン酸添加により素子の銀析出面が平滑化

代表発表者 **王 浩 (おう こう)**  
 所属 **千葉大学大学院 融合理工学府**  
 問合せ先 **capa6606@chiba-u.jp**  
**〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町**  
**1-33 千葉大学工学部 8号棟 3階東**  
**小林範久・中村一希研究室**  
**TEL:043-290-3457 FAX:043-290-3457**

■キーワード: (1)エレクトロクロミズム  
 (2)銀電着  
 (3)スマートウィンドウ  
 ■共同研究者: 杉田隆紀、小林範久、中村一希(千葉大学)