

透明 EC 素子における電圧制御、溶媒による多色表示の試み

Study of multi-color indication by using voltage control and solvent selection in transparent EC devices

市川正人¹、関成之²、菅亮太¹、横山拓実¹、志田共晶²、山田晃大²、谷忠昭³、内田孝幸¹

(1. 東京工芸大工、2. 仙台高等専門学校、3. 日本写真学会フェロー)

Masato Ichikawa¹, Shigeyuki Seki², Ryota Kan¹, Takumi Yokoyama¹, Tomoaki Shida², Akihiro Yamada², Tadaaki Tani³, Takayuki Uchida¹

(1. Tokyo Polytech. Univ., 2.NIT, Sendai College, 3.Soc. Photogr. Imag. Jpn.)

E-mail: m1466001@st.t-kougei.ac.jp

1. 緒言

近年、エレクトロクロミック (EC) 素子の一つとして、透明な状態から鏡と黒の状態に可逆的に変化できる、銀粒子を用いた透明 EC 素子が報告された^[1]。この EC 素子は上記の変化以外にも、銀のナノレベルでの核発生と粒子成長の過程を分離し、銀の成長粒径を揃える二段階電圧駆動法によって赤や青等の色表示が可能である^[2]。さらに最近、我々は上記の駆動法に加え、一定電圧の時間的印加比率を制御する方法によって、任意のアナログ電圧値を疑似的に出力するパルスワイドモジュレーション (PWM) 電圧駆動法を用いて新たに緑呈色を得られる事を報告した^[3]。これらは、銀ナノ粒子のプラズモンによる光吸収が主要因となって呈色しており、Fig.1 の破線矢印で示すように銀のナノ粒子の粒径の成長、増大に伴う吸収波長のレッドシフトや、隣接粒子間や基板電極とのプラズモンカップリング等で生ずると解釈できる^[1-3]。本報告では、従来の溶媒：ジメチルスルホキシド (DMSO；融点約 19°C) 以外に、表示色や使用温度範囲の拡張ならびに応答性の向上を目的として 2-プロパノール (IPA；融点、約 -90°C) を加えた溶媒において、これらの銀のナノ粒子の形成による多色表示などを銀粒子の大きさと分布の調査と共に検討を行った。

2. 実験

透明 EC 素子の断面図を Fig. 2 に示す。錫添加インジウム酸化物 (ITO) 電極付きガラス基板と、フッ素添加錫酸化物 (FTO) 電極付きガラス基板でシリコンゴムスペーサーを挟み、その間に EC 溶液を充填した。本研究では、以前の報告^[1-3]に準じた EC 溶液を用いた素子 Sample1 と、従来の溶媒である DMSO に IPA を 50wt% 加えた EC 溶液を用いた素子 Sample2 を作製した。上記の 2 種類の素子を、ITO 電極を作用極として、Fig. 3 に示した緑を表示するための PWM 電圧^[3]ならびに、通常の一定電圧印加により銀をそれぞれ析出、電着した。その際の透明 EC 素子の透過スペクトルの時間変化を、小型ファイバ光学分光器 (USB2000, Ocean Optics 社) により測定した。さらに、析出された銀粒子を FE-SEM によって観察した。

3. 結果

Fig. 3 の PWM 電圧を印加した際の透過スペクトルの時間変化を Sample1 を直線で、Sample2 を円のマーカーで Fig. 4 に示す。Sample1 は電圧印加からの時間 $t = (b)20s$ で 450nm 付近の短波長側と 800nm 付近の長波長側に消衰がみられる。その結果約 550nm が透過スペクトルのピークとなり、目視で緑に近い呈色が認められた。Sample2 では

$t = (f)13s$ で Sample1 の上記とほぼ同様の透過スペクトルが得られ、緑を呈色した。このことから、EC 溶液の溶媒に IPA を 50wt% 加えた透明 EC 素子においても、緑以外の赤や青等を表示が可能と思われ、この素子の冬季や寒冷地等での使用の応用展開が期待される。

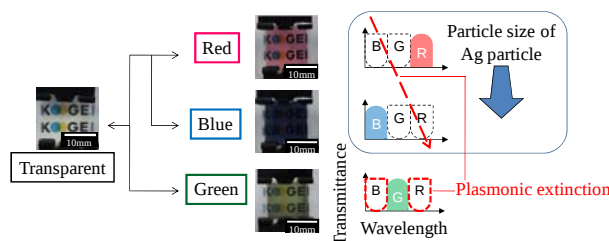


Fig. 1 Photographs and schematic diagrams of spectra in transparent EC devices

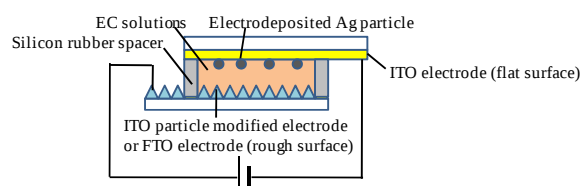


Fig. 2 Cross sectional diagram of the transparent EC devices with silver particle

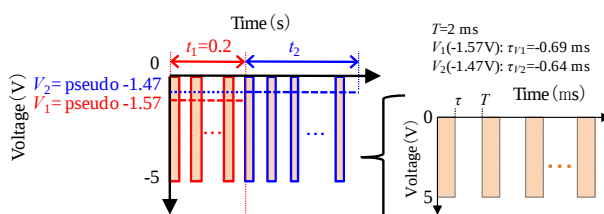


Fig. 3 Pulse voltage with PWM control for nucleation and growth of silver particle

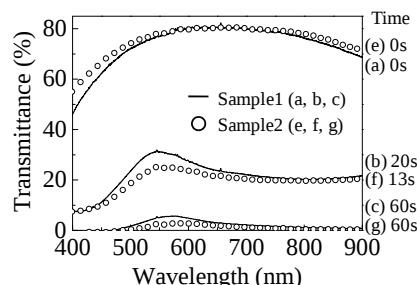


Fig. 4 Time variation of transmission spectra of transparent EC devices

参考文献

- [1] K. Kobayashi, S. Araki, K. Nakamura, N. Kobayashi, Proc. the 18th International Display Workshops (IDW'11), (2011) p.395
- [2] A. Tsuboi, K. Nakamura, N. Kobayashi, IDW'13, (2013) p.361
- [3] M. Ichikawa, R. Tejima, T. Tani, T. Uchida, IDW'14, (2014) p.174