

プルシアンブルー類似体を用いた 高性能調光ガラスの開発

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに

エレクトロクロミックデバイス (Electrochromic device, ECD) は図1に示しているように建築用、自動車、飛行機用の調光ガラスを中心とし、様々な電子機器用などで応用されているデバイスである。エレクトロクロミック (EC) とは電気的酸化還元により、光学特性が可逆的に変化する現象であり、低消費電力と低駆動電圧という特長から多く研究されていった。



図1 エレクトロクロミックデバイスの応用例

代表的なEC材料であるプルシアンブルー類似体 (Prussian blue analogs, PBA) は、主に遷移金属イオン (Transition metal) と配位子 (Ligand) が結合した錯体ものであり、金属イオンや配位子の中心金属を置換することで、様々な色や特性を持つ材料として合成することが可能である。特にその中で、プルシアンブルー ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, PB) は昔から天然顔料として多く使われていた材料であり、優れたサイクル耐性 ($>10^5$ cycle) や反応速度 ($<100\text{ms}$)、安価などの特性から多く注目されてきた。

■ 活動内容

1. PBAを用いたナノ粒子電極の作製

本研究では純粋なPBAのみを用いた透過型ECDを作製し、実用化まで繋ぐことが目標であった。ECDは二次電池と似た構造であり、主に着・脱色を起こす作用電極とチャージバランスを合わせるための対極、そして、基板、導電膜、電解質から成る。ここで、PBはその優れた特性を活かし、作用電極として使用され、対極としては黄色であるNiを置換したNiPBA ($\text{Ni}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$) が使用されてきた。ここで、透明であるZnを置換したZnPBA ($\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$) を使用する

と、さらに着色効率の向上が期待できる。しかし、ZnPBAは他のPBAとは違い、粒径のコントロールが難しく、主に数100nmに達する不均一な粒子となることから、その応用が難しいとされてきた。ここで我々は、分級やマイクロミキサーなどを用いて100nm以下の均一なナノ粒子を合成させることができた。ナノ粒子化により、密着性向上などによる耐久性の向上やナノ粒子の特性である比表面積の増加による電流密度を向上させることができた。

2. PBAナノ粒子電極を用いた高性能ECDの開発

上記の方法により作製したナノ粒子を用いて新規電極を作製した。図2の断面図から分かるように、非常に平らな均一な構造であり、ECDの対極として応用することで、高耐久性と電流密度に加え、粒径減少による反応速度の向上まで備えたECDを作製することができた。

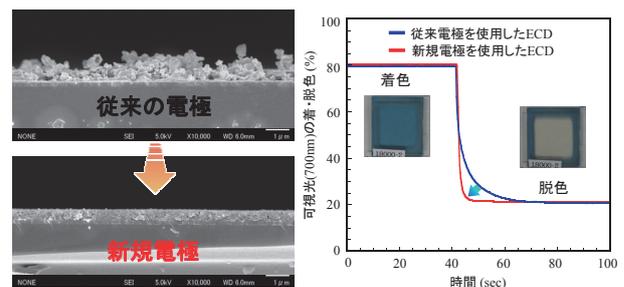


図2 ナノ粒子を用いて作製した新規電極の断面図とECDの脱色時の反応速度変化

3. ナノ粒子電極の表面修飾技術の開発

電極作製技術の向上や材料探索のため、Cuを置換したCuPBA ($\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$) を用いて、ナノ粒子電極の成膜後、表面修飾できる技術を開発し、さらにPBAを用いた高性能調光ガラスの実用化に貢献することができた。

ナノテクノロジーは様々な分野で応用できる技術だが、本研究ではECD技術とナノ粒子技術を組み合わせることで、従来の技術をさらに向上させることが出来た良い例である。このように技術の融合はナノテクノロジーに限らず、必要な研究方法の一つである。

■ 関連情報

- K.-M. Lee, *et al.*, Appl. Phys. Lett., 102, 141901 (2013)
 K.-M. Lee, *et al.*, Electrochimica Acta, 163, 288 (2015)
 A. Takahashi, *et al.*, Green Chem., 17, 4228 (2015)

代表発表者 李 慶武 (イ ギョンム)

所属 産業技術総合研究所
ナノ材料研究部門

問合せ先 〒305-8565 茨城県つくば市東 1-1-1

TEL: 029-861-4107 FAX: 029-861-6288

kyoungmoo.i@aist.go.jp

■キーワード: (1) エレクトロクロミックデバイス
 (2) プルシアンブルー類似体
 (3) ナノ粒子

■共同研究者: 川本 徹 (産業技術総合研究所)
 田中 寿 (産業技術総合研究所)
 高橋 顕 (産業技術総合研究所)
 阿部 良夫 (北見工業大学)
 川村 みどり (北見工業大学)
 金 敬鎬 (北見工業大学)