

ハイブリッドキャパシタ型 EC素子によるマルチカラー表示の実現

SATテクノロジー・ショーケース2018

■ はじめに

エレクトロクロミズム(EC)とは電気化学的な酸化還元反応により可逆的な色変化を示す現象であり、スマートウィンドウや調光素子、電子ペーパー等への展開が期待されている。現在、最も世の中に浸透している電子ペーパーの表示方式は粒子の移動型というもので、正負に帯電した着色粒子を電圧によって制御したものである。これはすでに値札や電子ブックとして普及しているが、カラー表示が困難であるという課題が存在する。そのため、EC技術を応用したECディスプレイにはマルチカラー表示の達成がかなり重要とされている。本報では、アノードイック材料およびカソードイック材料を組み合わせることでマルチカラー表示可能なEC素子の構築を目的とした。しかしながら、今までのこれらの素子の場合、独立してEC反応を制御するためには複数の作用極を積層させなければならない。それ故、マルチカラー素子はかなり複雑な構造になってしまう。そこで我々は素子構造を簡易化するために、対極にCarbon電極を導入することで、片側の電極反応に電気二重層の充電反応、もう一方の電極にEC反応を利用したハイブリッドキャパシタ構造を構築した。

■ 実験

1. ゲル電解質の調製

EC材料としてフェノチアジン(PT)および4,4'-ビフェニルジカルボン酸ジメチル(PCE)をそれぞれ10 mM、過塩素酸テトラ-n-ブチルアンモニウム(TBAP)を200 mMの濃度でジメチルスルホキシド(DMSO)に溶解させたのち、ゲル化剤として10wt.% Poly(vinyl butyral)(PVB)、白色化剤として20wt.% TiO₂粒子を添加して白色ゲル電解質調製した。

2. Carbon電極の作製

Carbon電極は、ITO電極上にカーボンペーストを塗り、250°Cで1時間焼成することで得た。作製した電極の膜厚は約3.3 μmであった。

3. EC素子の構築

EC素子は、スペーサを用いて電極間距離が300 μmとなるように白色ゲル電解質をITO電極(作用極)とCarbon電極(対極)で挟み込んで作製した。この素子の有効電極面積は1.0 × 1.0 cm²であった。

4. 測定方法

EC素子に対して-2.0 V、-2.6 V、+1.1 Vをそれぞれ10 s印加し、その際の反射スペクトルを測定した。

■ 結果および考察

Fig.1に-2.0 V、-2.6 V、+1.1 Vをそれぞれ10 s印加した際のEC素子の反射スペクトル測定結果を示す。+1.1Vを印加すると、PT分子のみが作用電極上で電気化学的酸化還元反応が起きたので、この際、波長450nmおよび640nmの反射率が減少した。素子は白色から緑色へ変化した。このことより、この電圧において、PT分子の酸化によって消費された電荷は、比表面積が大きいCarbon電極上に電気二重層を形成することによって補償された。一方、負の電圧を印加すると、PCE分子が-2.0Vから還元されて波長400-500nmの反射率が減少し、素子は黄色に着色した。-2.6Vの電圧を印加すると、PCEは第2還元状態に還元されて波長570nmで強い反射率変化を示し、色は暗赤色に変わった。これらの結果は、Carbon電極上の電気二重層の形成による蓄積した電荷量が、PCE分子の2段階還元を補償するのに十分であることを示した。

これらの結果から、このハイブリッドキャパシタEC素子は、印加電圧を制御することによって、白色、緑色、黄色および暗赤色を変化させることができた。Carbon電極上に電気二重層を形成することによる電荷補償のために、ITO電極上の一種類のEC反応のみを選択して得ることができ、マルチカラー表示を実現した。

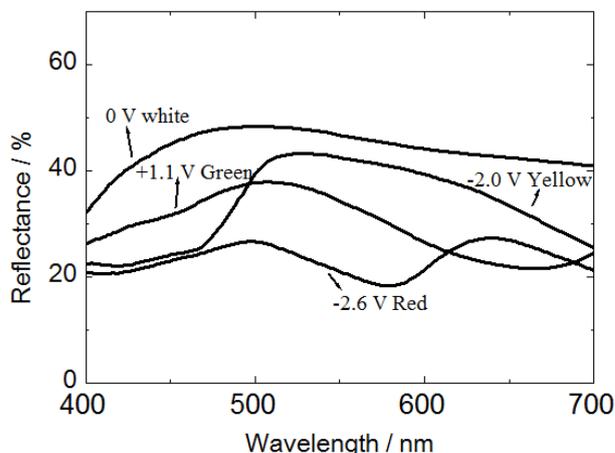


Fig. 1 Reflectance spectra of the hybrid capacitor ECD having flat ITO electrode (as working side) and carbon electrode (as counter side) under applied voltage of 0.9 V, -2.0 V, -2.4 V for 10 s.

代表発表者 梁 杜(リャン ジョワン)
 所属 千葉大学大学院融合科学研究科
 情報科学専攻画像マテリアルコース
 問合せ先 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33
 TEL: 043-290-3457 FAX: 043-290-3457
 小林範久・中村一希研究室

■キーワード: (1) エレクトロクロミズム
 (2) ハイブリッドキャパシタ
 (3) マルチカラー