

薄膜トランジスタ構造を有するアモルファス酸化物エレクトロクロミック素子

Amorphous oxide electrochromic device with thin film transistor structure

○小野里尚記¹, 片瀬貴義², 太田裕道²(¹北大院情報科学, ²北大電子研)

○Takaki Onozato¹, Takayoshi Katase², Hiromichi Ohta²

(¹Electronics for Informatics- & ²RIES-Hokkaido Univ.)

E-mail: takaki_onozato6@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】 エレクトロクロミック (EC) 素子の活性層として用いられる WO_3 は、 $\text{WO}_3 + x\text{A}^+ + xe^- \rightleftharpoons \text{A}_x\text{WO}_3$ ($\text{A}=\text{H}, \text{Li}$) で表される電気化学反応により、無色透明絶縁体 $\rightleftharpoons$ 青色金属の可逆的な光・電子物性変化を示すことが知られている。この光・電子物性変化を同時に利用することができれば、例えば、遮光と同時に電子機器のスイッチを入れる多機能 EC 素子として応用できるが、現在の EC 素子は二枚の透明電極間に活性層を挟み込んだ平行平板構造であるため、活性層の電子物性変化を利用することはできない。本研究では、静電的な電界効果と電気化学反応を組み合わせることが可能な $\text{CAN}^{[1]}$ ゲート薄膜トランジスタ (TFT) 構造に着目し、アモルファス (a-) WO_3 を活性層として用いた TFT 型 EC 素子の試作とその動作機構を調べた結果、a- WO_3 TFT-EC の動作は Faraday の電気分解の法則に従うことが分かったので報告する。

【作製】 無アルカリガラス基板上に a- WO_3 TFT-EC (トップゲート型, $L/W=800/400 \mu\text{m}$) を作製した。各薄膜は PLD 法により、基板加熱なし (室温) で成膜した (活性層 a- WO_3 80 nm, ゲート絶縁体 CAN 300 nm, ゲート電極 NiO 20 nm/ITO 20 nm, ソース&ドレイン電極 ITO 20 nm)。ゲート電極下での酸素ガス発生を抑制するために NiO 層を用いた。

【結果および考察】 作製した a- WO_3 TFT-EC では、正のゲート電圧 ($V_g=3-10 \text{ V}$) を印加することで、静電的な電界効果により平行平板構造ができ、次いで CAN 中の H^+ が a- WO_3 薄膜中に電気化学的に拡散することによってゲート電流が流れる。流れたゲート電流密度の時間変化から電子密度を算出し、a- WO_3 のシート抵抗 R_s に対してプロットしたところ (図左、プロトン化)、 R_s は電子密度の二乗に比例して減少し、電子密度 $1.2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ ($\approx 1.5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$) で $\sim 40 \Omega \text{ sq}^{-1}$ の金属になり飽和した。次いで、負のゲート電圧 ($V_g=3-10 \text{ V}$) を印加したところ (図右、脱プロトン化)、流れた電子密度が $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ ($\approx 1.6 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$) を超えると急激に R_s が増大し、絶縁体 a- WO_3 に戻った。無色透明絶縁体 $\rightleftharpoons$ 青色金属の切替えに必要な電子密度 $1.5 \times 10^{22} \text{ cm}^{-3}$ は、 $\text{WO}_3 + x\text{H}^+ + xe^- \rightleftharpoons \text{H}_x\text{WO}_3$ における $x=1$ と一致することから、作製した a- WO_3 TFT-EC の動作は Faraday の電気分解の法則に従うことが分かった。

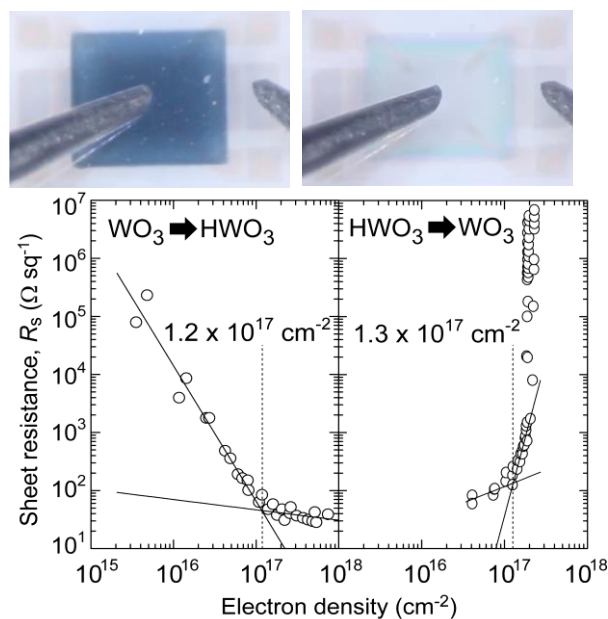


Figure Change in sheet resistance R_s of a- WO_3 active layer as a function of electron density under the application of $V_g = 3-10 \text{ V}$.

文献 [1] H. Ohta *et al.*, *Nature Commun.* **1**, 118 (2010).

謝辞 本研究は JSPS 科研費新学術領域研究「ナノ構造情報」(25106007)、基盤研究(A) (25246023)、若手研究(A) (15H05543)の助成を受けて実施した。