

直流反応性マグネトロンスパッタ法で作製した酸化タングステン薄膜におけるエレクトロクロミック特性の印加電圧依存性

○八木 理子¹, モハメッド シュルズ ミヤ¹, 中野 武雄^{1*}

¹成蹊大学大学院理工学研究科

Applied voltage dependence of electrochromic properties in tungsten oxide thin films prepared by direct current reactive magnetron sputtering

○Riko Yagi¹, Md. Suruz Mian¹, and Takeo Nakano^{1*}

¹ Graduate School of Science and Technology, Seikei University

1. はじめに

酸化タングステン (WO₃) は代表的なエレクトロクロミック (EC) 材料として広く研究されている。カチオンと電子が WO₃ に注入されることにより、W の価数が変化し着色を示す¹⁾。WO₃ には何種類かのイオントラップサイトがあると報告されている²⁾。浅いトラップのカチオンは正電圧の印加で簡単にデトラップできる。しかし、深いサイトのカチオンは簡単にデトラップできず、長時間電圧を印加するなどの処理が必要となる。

これまでに我々は、膜厚 1000 nm の WO₃ に±1.5 V の電圧を印加させると、残留カチオン (Li) により消色後透過率が製膜直後の透過率まで回復しないことを見出した³⁾。本研究では、1000 nm の膜において着色時に印加する負の電圧を変化させ、消色後透過率が製膜直後の透過率まで回復するかどうかを評価する。

2. 実験

直流反応性マグネトロンスパッタ法を用いて ITO 基板上に WO₃ 薄膜を作製した。電力 50 W、放電ガス Ar の流量を 10.00 sccm、圧力を 3.0 Pa とし、酸素流量は 2.00 sccm に設定して、酸化モードで膜厚 1000 nm の膜を堆積した。製膜直後に三極セルでサイクリックボルタンメトリー (CV) を行った。電解液は 1 mol/L の LiClO₄ -炭酸プロピレン溶液 50 mL とした。電圧掃引速度を 10 mV/s に設定し、3 サイクルずつ行った。印加電圧は、正側の電圧を+1.5 V に固定し、負の電圧を -1.0, -1.2, -1.4 V に変化させた。透過率は製膜直後 (As-depo.) とそれぞれの印加電圧範囲ごとに着色後 (Colored) ・消色後 (Bleached) の状態で測定した。結果では、450~550 nm の波長範囲での平均透過率を示す。

3. 結果と考察

Fig. 1 に印加電圧範囲を変化させたときの透過スペクトルを示す。製膜直後の初期透過率は 81.0% であった。着色後透過率はそれぞれ、2.96% (-1.0 V~+1.5 V), 1.14% (-1.2 V~+1.5 V), 0.84% (-1.4 V~+1.5 V) となった。負の電圧が大きくなるにつれ着色後透過率は低くなった。また、消色後透過率はそれぞれ 84.9% (-1.0 V~+1.5 V), 84.7% (-1.2 V~+1.5 V), 80.3% (-1.4 V~+1.5 V) となった。透過率変化 ΔT ($\Delta T = T_{\text{bleached}} - T_{\text{colored}}$) を算出すると、81.9% (-1.0 V~+1.5 V), 83.6% (-1.2 V~+1.5 V), 79.4% (-1.4 V~+1.5 V) であった。-1.0 V~+1.5 V, -1.2 V~+1.5 V では、透過率は製膜直後の値まで回復したが、-1.4 V~+1.5 V では消色後透過率が回復せず、膜内部にカチオンが残ったと考えられる。発表では CV 特性についても報告する。

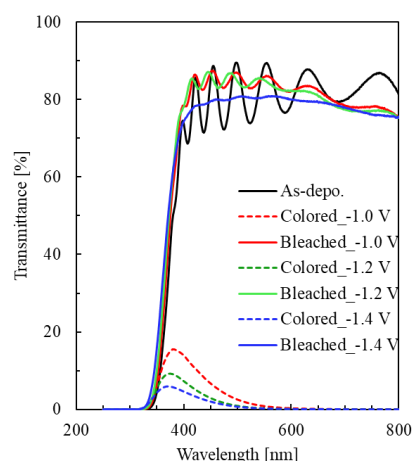


Fig. 1. 印加電圧を変化させたときの透過スペクトル

文 献

- 1) Lee, *et al.*, *Electrochim Acta.*, **44**, 3111 (1999).
- 2) Wen, *et al.*, *Nat Mater.*, **14**, 996 (2015).
- 3) Suruz, Yagi, Oya, Nakano, *Thin Solid Films*, *submitted*.

*E-mail: nakano@st.seikei.ac.jp