

各種作製方法による酸化タングステン薄膜を用いた調光ミラーデバイス Fabrication Technique of WO_3 Thin Film for Electrochromic Switchable Mirror Device

産総研 [○]田嶋 一樹, 下池 美香, 山田 保誠, 岡田 昌久, 吉村 和記

AIST [○]Kazuki Tajima, Mika Shimoike, Yasusei Yamada, Masahisa Okada, Kazuki Yoshimura

E-mail: k-tajima@aist.go.jp

【はじめに】調光ミラーデバイスは数ボルトの電圧を印加することで鏡状態⇄透明状態を任意に変化することができる。鏡状態においては効果的に光を反射するので、住宅、ビルや自動車等窓ガラスに適用すると室内を快適に保つことができ、特に夏季の冷房負荷軽減が期待できる。当研究グループで開発を行っている調光ミラーデバイスは、透明基材上に形成された $\text{Mg}_4\text{Ni}/\text{Pd}/\text{electrolyte}/\text{H}_x\text{WO}_3/\text{ITO}$ の多層膜から成り立つ。当該デバイスの初期状態は鏡状態であり、電圧を印加することで薄膜中に貯蔵されている水素イオン(H^+)が表面 Mg_4Ni 層に移動し、透明状態に変化する。この変化は可逆的に生じる。通常これら薄膜は真空プロセスによるスパッタ法で作製を行うが、用途によっては作製方法の柔軟性も必要である。本研究では、イオン貯蔵層として用いる酸化タングステン(WO_3)薄膜を種々方法で作製を行い、その基本性能の調査を行った。

【実験】基板として ITO/ガラス基板($30 \times 30 \times 1.1\text{mm}^3$)を使用し、上部に反応性直流マグネトロンスパッタ法により WO_3 薄膜の成膜を行った。また、同様の基材上に WO_3 インクを原料に塗布法にて WO_3 薄膜の形成を行った。表面形状は原子間力顕微鏡(AFM)により解析を行い、酸化還元特性はサイクリックボルタメトリを用いた電気化学測定(CV)により評価し、各種分光特性は分光光度計を用いて計測した。 WO_3 薄膜を用いた調光ミラーデバイスの光学切り替え性能は Mg_4Ni と ITO 電極間に電圧を印加し、その際の透過率および反射率の変化をレーザダイオード($\lambda=670\text{nm}$)とフォトダイオードを用いることで評価した。

【結果】図 1 にスパッタ法および塗布法で作製を行った WO_3 薄膜の表面形状と CV 特性の一例を示す。スパッタ法で作製した WO_3 薄膜は表面粗さ $R_a=2.5\text{nm}$ であり、塗布法で作製した WO_3 薄膜は $R_a=0.6\text{nm}$ と平滑な表面を呈していた。塗布法で作製した WO_3 薄膜もイオン貯蔵層としての性能を確認出来たが、CV 特性を評価した結果からスパッタ法で作製した WO_3 薄膜の方が良好な性能を示していた。諸特性は基板特性、作製条件(温度、膜密度、膜厚)などと密接な関係があり、これら相関を分析した結果についても議論を行う予定である。

【謝辞】本研究は NEDO 産業技術研究助成事業(Project No.09B36002a)の支援により実施しました。

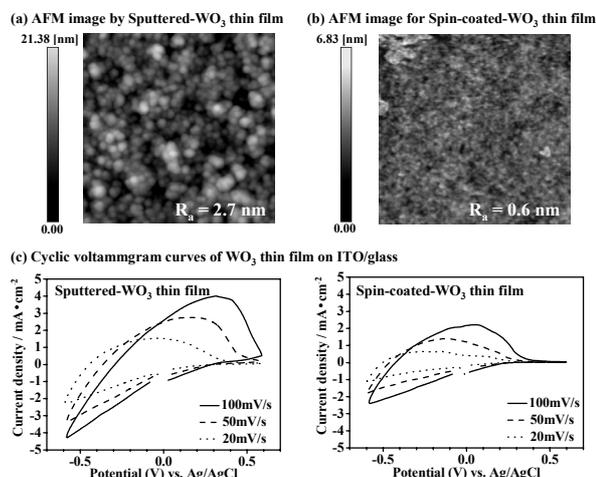


Fig.1 Surface morphologies and CV properties of WO_3 thin films fabricated by sputtering and spin-coating