

エレクトロクロミック特性を示す 酸化タングステン膜の吸収特性の評価

薄膜・表面物性研究室 坪田 祐貴

S141089 Yuki TSUBOTA

背景と目的

電気的な酸化還元反応による物質の可逆的な色調変化をエレクトロクロミズム (EC) と呼ぶ。酸化タングステン⁵⁺は代表的な EC 材料である。WO_{3-x} のような酸素が欠乏した膜は、化学量論な膜に比べ、色調変化に大きく関わる W⁵⁺が多くなるため、良好な EC 特性を示すと提案されている (Berggren, *et al.*, J. Appl. Phys., 102 (2007) 083538.)。また EC 現象は膜内部へのカチオンの注入によって生じるので、膜はカチオンが注入されやすいポーラスな構造が望ましい。

本研究では、製膜時の O₂ 流量により酸化タングステン膜の酸素組成を、また Ar 圧力によって膜構造の粗密を制御することを試みた。それぞれが EC 特性に与える影響を調べ、作製条件と EC 特性との関係について評価する。結果を物性値として比較するため、透明状態の透過スペクトルに現れる干渉より膜厚を導出し、吸収係数を算出して評価を行った。

実験方法

ターゲットに金属 W、スパッタガスに Ar、反応性ガスに O₂ を用いて DC 反応性スパッタによる製膜を行った。反応性スパッタでは O₂ 流量によって金属モードと酸化物モードの相互間で遷移が生じるが、製膜は①酸化物→金属遷移の直前、②金属→酸化物遷移の直後、③酸素過剰条件、の3点で行った。基板には石英基板と ITO 基板とを用いた。石英基板の透過スペクトルから屈折率および膜厚を計算した。ITO 基板にはサイクリックボルタンメトリー (CV) による EC 測定を行い、着色前後で透過スペクトル測定を行った。また着色後の透過率から吸収係数を算出した。

結果および考察

Ar 圧力 7.0 Pa、O₂ 流量 1.00 sccm の条件①で、着色時の最大透過率が 2.9%と非常に良好な EC 特性を示す薄膜が得られた(図 1)。一方で、O₂ 流量 2.0 sccm の条件③では約 40%であった。また O₂ 流量が増えるに従って EC 特性を示す基板の枚数が減少した。これらは膜組成が WO₃ へと近づいているためだと考えられる。

それぞれの O₂ 流量での膜厚、吸収係数は表 1、2 に示した。O₂ 流量が少なく、Ar 圧力が高い条件で、吸収係数は高い値を示した。

これらより、低 O₂ 流量側で作製した膜では、着色時の最大透過率は低い値を示し、吸収係数は高くなった。これらは膜の酸素欠乏によるものだと考えられ、O₂ 流量と EC 特性の関係が示唆された。

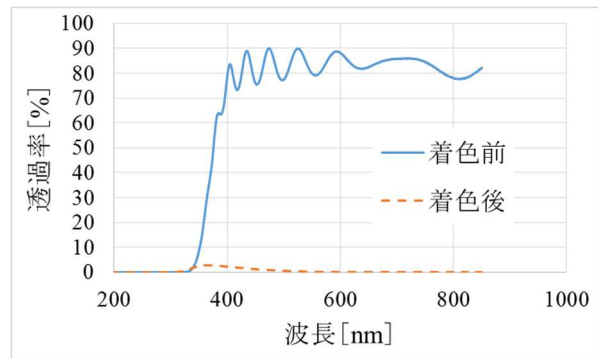


図 1 7.0 Pa 1.0 sccm の透過スペクトル

表 1 3.0 Pa 試料の膜厚と吸収係数

	①	②	③
膜厚 [nm]	976	842	792
400 nm の透過率 [%]	2.80	3.60	36.1
吸収係数 [μm^{-1}]	3.66	2.11	1.28

表 2 7.0 Pa 試料の膜厚と吸収係数

	①	②	③
膜厚 [nm]	1218	1109	
400 nm の透過率 [%]	2.30	5.90	
吸収係数 [μm^{-1}]	3.08	2.54	
			EC 特性なし