

離散的ナノ柱状構造化 InN 薄膜の EC 応答特性に対する膜厚の影響

Influences of Thickness on Electrochromic Response of InN Thin Films with Isolated Nano-columnar Structure

○(M1)本間雅大¹, (M2)泉澤宏樹¹, 井上泰志¹, 高井治²

°Masahiro Homma¹, Izumisawa Hiroki¹, Yasushi Inoue¹, Osamu Takai²

¹Chiba Institute of Technology, ²Kanto Gakuin University

1. 緒言

エレクトロクロミック (EC) 現象は、物質に外部から電荷を加えることにより物質の色が可逆的に変化する現象である。EC 現象を起こす多くの無機材料における色変化メカニズムは、物質内へのイオンの出入りに伴う原子価間電荷移動遷移に由来することが知られている。一方、窒化インジウム (InN) 薄膜も EC 現象を示すが、上記とは全く異なり、表面吸着物の交代に伴うキャリア密度の増減が誘起され、Burstein-Moss シフトと同様の現象によって色変化を起こす。我々は、この現象を吸着誘起型 EC 現象 (AiEC) と定義し、その基礎研究を行ってきた。その結果、AiEC 材料は、微細構造化による表面積の拡大に伴い、色変化の大きさが増大すること、また、原子価間電荷移動遷移に由来する従来の EC 材料と比較して、飛躍的に色変化応答特性に優れることがわかった。しかし、微細構造化は物質移動を阻害し、応答特性を低減させる可能性がある。そこで本研究では、離散的ナノ柱状構造化 InN 薄膜の膜厚が応答特性に及ぼす影響を調査することによって、柱状晶間の空隙深さに関係する応答特性の支配因子を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

本研究では、活性窒素ラジカル支援真空蒸着法により、ITO コートガラス基板の上に InN 薄膜を成膜した。その際、表面積を拡大させるため、斜め堆積法を適用し、離散的ナノ柱状構造を有する InN 薄膜とした。成膜圧力を 0.1 Pa, In 蒸発流束軸に対する基板傾斜角度を 85° とした。得られた InN 薄膜の AiEC 特性評価には、0.1 mol/L の MgSO₄ 水溶液を使用し、分光光度計により光透過率スペクトル測定を行った。色変化応答性の評価には、波長 650 nm のレーザー光を光源とする透過率測定装置を用いて、一定時間ごとに正負の分極を繰り返し、相対透過率 (RAT) の時間変化を測定した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に、MgSO₄ 水溶液中で分極 (アノード側 +0.8 V, カソード側 -1.2 V) した状態の、InN 薄膜 (膜厚 0.9 μm) の透過率スペクトルを示す。透過率差が最大となるのは 740 nm 付近であり、この波長は膜厚が厚くなるに従って長波長側へシフトする傾向があった。Fig.2 に、分極直後からの RAT の時間変化を示す。アノード分極時の方が応答が高いが、定性的には、アノード分極、カソード分極ともに、分極開始直後の緩やかな立ち上がりを経て、一定の変化率で RAT が変化した後、再び緩やかな変化率を示した。それぞれ電気二重層の形成、ナノ空隙における物質移動、結晶粒界における物質移動に相当すると考えられる。膜厚の変化は、後二者への影響が大きいことがわかった。

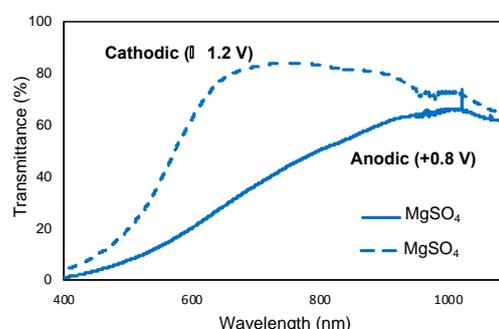


Fig. 1 Transmittance spectra of the InN film in aqueous solutions at polarized states.

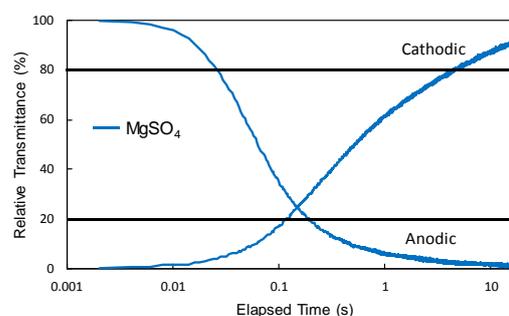


Fig. 2 Kinetics of RAT of the InN films in aqueous solutions after polarization change.