

研究論文

吸着誘起型エレクトロクロミック現象における色変化と表面積の定量的評価

佐藤大樹*, 椎名祐斗*, †井上泰志*, 高井 治**

Quantitative Evaluation on Color Change and Surface Area in Adsorption-induced Electrochromic Phenomenon

by

Daiki SATO*, Yuto SHIINA*, †Yasushi INOUE* and Osamu TAKAI****(Received Jul. 19, 2017; Accepted Oct. 2, 2017)****Abstract**

Indium nitride (InN) films with various height of pillar-like isolated nanocolumnar structures were fabricated by glancing-angle reactive sputtering, and their adsorption-induced electrochromic (AiEC) properties were examined in a sodium sulfate aqueous solution. Difference optical density of the InN films between anodic and cathodic polarizations was almost proportional to the pillar height. We quantitatively confirmed that the color-change quantity caused by the AiEC phenomenon is basically linear to the surface area of relevant materials.

Keywords: Indium Nitride, Reactive Sputtering, Glancing-angle Deposition, Electrochromism

1. 緒言

エレクトロクロミック (EC) とは、電荷の注入によって材料の色が可逆的に変化する現象を示す¹⁾。これまでに、多くの金属酸化物において EC 特性が見出され、特に酸化タングステン (WO₃) が最も精力的に研究されており、ポーイング 787 の客席窓など、さまざまな用途に応用されている²⁾。これらの金属酸化物系 EC 材料における色変化メカニズムは、固体内にイオンが出入りすることに伴う、金属原子の原子価間電荷移動による光吸収特性の変化に起因すると考えられている³⁾。色変化を起こすには、固体内にイオンが出入りする必要があるため、これらの EC 材料にお

ける色変化速度は、おしなべて低速である。

一方、筆者らが発見した窒化インジウム (InN) やアモルファス窒化スズ (a-SnN) における EC 現象⁴⁻⁵⁾ は、上記のメカニズムとは全く異なり、表面吸着物 (水溶液中の OH⁻ や H⁺) の交代に伴うキャリア電子密度の増減が、材料の光学ギャップを上下させることに起因する⁶⁾。表面吸着物の交代が色変化の起点となることから、筆者らはこの現象を「吸着誘起型エレクトロクロミック (Adsorption-induced Electrochromic : AiEC) 現象」と名付けた。固体内の物質移動を必要としないため、WO₃ 等における固体内イオン移動型 EC 現象と比較して、AiEC 現象は色変化が非常に高速であるという特徴を有する。

AiEC における色変化メカニズムから、材料の表面積を広くすれば、交代する表面吸着物量が増加するため、色変化が大きくなるはず、という考え方にに基づき、筆者らは、斜め堆積 (Glancing-angle Deposition : GLAD) 法により離散的なナノ柱状 (Isolated Nanocolumnar : INC) 構造を有する InN 薄膜を作製し、その AiEC 特性を評価した。その結果、緻密で均一な薄膜と比較して、飛躍的に大きな透過率変化が起こることを見出した⁷⁻⁸⁾。しかし、色変化の大きさと表面

平成 29 年 7 月 19 日受付

* 千葉工業大学 工学部 : 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL/FAX:047-478-4308, E-mail: inoue.yasushi@it-chiba.ac.jp
Department of Advanced Materials Science and Engineering,
Chiba Institute of Technology : 2-17-1 Tsudanuma, Narashino
City, Chiba 275-0016, Japan

** 関東学院大学 材料・表面工学研究所 : 神奈川県小田原市
荻窪 1162-2
Material and Surface Engineering Research Institute, Kanto
Gakuin University : 1162-2, Ogikubo, Odawara, Kanagawa
250-0042, Japan

† : 連絡先/Corresponding author