

## 研究論文

斜入射堆積法により作製した InN 薄膜のモルフォロジーと  
エレクトロクロミック特性

渡邊将騎\*, †井上泰志\*, 高井 治\*\*

Morphology and Electrochromic Properties of InN Thin Films Deposited by  
Glancing-angle Reactive Evaporation

by

Masaki WATANABE\*, †Yasushi INOUE\*, Osamu TAKAI\*\*

(Received Dec. 19, 2025; Accepted Feb. 5, 2026)

## Abstract

InN thin films were fabricated by nitrogen-radical-assisted reactive evaporation under glancing angle deposition conditions to clarify the relationship between film morphology and electrochromic (EC) response. All films exhibited wurtzite InN, with preferred orientation shifting from (101) to (001) as substrate temperature increased. SEM revealed well-separated isolated columnar structures whose porosity increased with substrate temperature. EC measurements showed that higher porosity films exhibited faster adsorption-induced EC responses, improving the response time from 0.4 s (non-heated) to 0.2 s at 275 °C. These results indicate that enhanced intrapore diffusion of ions in high-porosity columnar structures is the key factor governing the EC response speed.

**Keywords:** Indium Nitride, Adsorption-induced Electrochromism, Color-change Response, Glancing Angle Deposition

## 1. 緒言

エレクトロクロミック (electrochromic, EC) 材料は、外部からの電荷注入により可逆的に光学特性が変化する機能性材料として、表示素子やスマートウィンドウなど調光デバイスへの応用が期待されている。無機系 EC 材料の代表例である WO<sub>3</sub> は、透明⇔濃青色の色変化を示し、すでに実用

化されているが、色変化が遅いという課題がある。一方、InN の EC 応答は Takai により報告され<sup>1)</sup>、その光学応答は薄膜内部の挿入反応ではなく、表面へのイオン吸着による吸収端変調として理解されている<sup>2)</sup>。すなわち、吸着イオンの交代によりキャリア濃度が変化し、吸収端がシフトするという Burstein-Moss シフト<sup>2)</sup> を基礎とする吸着誘起型 EC (adsorption-induced electrochromic, AiEC) 現象である。本研究グループはこれまでに、InN だけでなく Sn ドープ InN、ITO においても AiEC 現象が発現することを示した<sup>4,5)</sup>。一方、薄膜の微細構造を制御する手法として斜入射堆積法 (GLAD) が知られ、Robbie らにより高空隙率の離散的柱状構造が形成されることが報告されている<sup>6)</sup>。InN に対して GLAD を適用した先行研究<sup>7,8)</sup>では、離散的柱状構造に起因する高比表面積が EC 応答の増大に寄与する可能性が示されるとともに、AiEC の高速化には薄膜表面のモルフォロジーおよびイオン輸送経路が重要であることを示唆してきた。

令和 7 年 12 月 19 日受付

\* 千葉工業大学大学院工学研究科先端材料工学専攻: 千葉県習志野市津田沼 2-17-1  
TEL/FAX 047-478-4308

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

\*\* 表面・超原子先端材料工学研究所: 神奈川県小田原市荻窪  
1162-2

TEL 090-2913-7914, <https://ssame.or.jp/>

Research Institute of Surface, Superatoms and Advanced  
Materials Engineering : 1162-2 Ogikubo, Odawara, Kanagawa  
250-0042, Japan

† : 連絡先/Corresponding author