

水系前駆体溶液とエキシマ光を用いた酸化インジウム薄膜の低温形成と薄膜トランジスタの特性評価

Low-Temperature Formation of Indium Oxide Thin-Films using Excimer Light by Aqueous Precursor Solution and Characterization of Thin-Film Transistors

○(M1)駒井 伯成¹, 大浦 紀頼¹, 和田 英男¹, 小山 政俊¹, 佐々 誠彦¹, 前元 利彦¹

竹添 法隆², 清水 昭宏², 伊藤 寛泰²

¹大阪工業大学 ナノ材料マイクロデバイス研究センター

²ウシオ電機株式会社 システムソリューション事業部

°T. Komai¹, K. Oura¹, H. Wada¹, M. Koyama¹, S. Sasa¹, T. Maemoto¹, N. Takezoe², A. Shimizu², and H. Ito²

¹Nanomaterials Microdevices Research Center, Osaka Institute of Technology

²System Solution Division, Ushio Inc.

E-mail: m1m22313@st.oit.ac.jp, toshihiko.maemoto@oit.ac.jp

【はじめに】酸化物半導体の用途拡大には高移動度化が不可欠であり、中でも酸化インジウム (In_2O_3) は単結晶で $160 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と高い移動度を持ち、その候補材料として注目されている[1]。また、酸化物半導体を用いたフレキシブルデバイスの開発が盛んに行われており、溶液法を用いた低温化プロセスの研究が報告されている[2]。我々は酸化物薄膜の溶液プロセスに関する研究を進めており、紫外線のひとつであるエキシマ光 (波長 172 nm) を照射することにより、結合エネルギーが 695 kJ/mol 以下の分子を容易に切断できることに着目した。今回、水系の前駆体溶液を出発原料としてエキシマ光を用いて 200°C 以下のプロセスで In_2O_3 薄膜を形成し、構造解析および薄膜トランジスタ (TFT) 特性を評価したのでそれらの結果について報告する。

【実験方法】硝酸インジウム三水和物 ($\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) と超純水を 0.3 mol/L となるように混ぜて攪拌し前駆体溶液を作製した。次にスピコート法により、親水化処理したガラス基板上に前駆体溶液を滴下し、 2000 rpm で 30 秒間回転させた。塗布した直後にエキシマ光 (10 mW/cm^2) を 5 分から 90 分の間で照射し、その後、 100°C から 200°C で 30 分間の熱処理を行い、膜厚 50 nm の In_2O_3 薄膜を形成した。

【結果と考察】微小角入射 X 線回折法 (GI-XRD) により、様々な条件で作製した In_2O_3 薄膜の結晶性評価を行った結果を図 1 に示す。 In_2O_3 (222) 面の回折ピークに着目すると、エキシマ光非照射からエキシマ光照射 20 分までは熱処理 200°C でも回折ピークが観測されなかった。エキシマ光照射 30 分以上では熱処理 200°C で回折ピークが顕著に現れ、エキシマ光照射 60 分以上では 150°C でも回折ピークが現れた。一方、 In (101) 面の回折ピークに着目すると、エキシマ光非照射からエキシマ光照射 10 分まではいずれの熱処理温度でも回折ピークが現れなかった。しかし、エキシマ光照射 20 分以上では回折ピークが顕著に現れた。これは前駆体溶液中の $\text{In}(\text{NO}_3)_3$ がエキシマ光により硝酸イオン NO_3^- と金属 In に分解され、さらに照射時間が増加するにしたがい、硝酸イオンの分解がより促進されたと推察される。その後、酸化物形成に必要な熱エネルギーを与えることで、 200°C の比較的低温においても In_2O_3 (222) が形成されたと考えられる。以上の結果から、熱処理前のエキシマ光アシストが水系前駆体溶液を用いた In_2O_3 薄膜の低温形成プロセスに有効であると考えられる。なお、TFT の特性評価については当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金 21K04203 の支援を受けて実施された。

【参考文献】 [1] Y. Magari, T. Kataoka, W. Yeh, and M. Furuta, Nature Communications 13, 1078 (2022).

[2] M. Miyakawa, M. Nakata, H. Tsuji, and Y. Fujisaki, Scientific Reports 8, 12825 (2018).

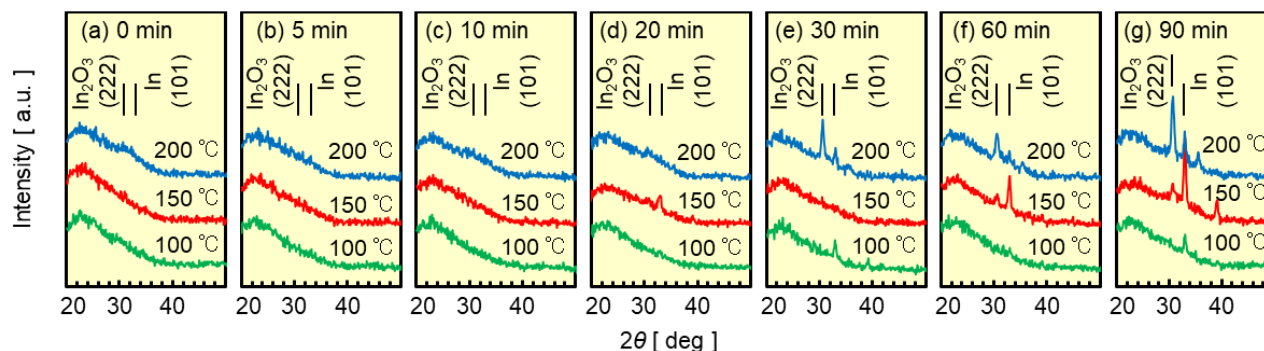


Fig. 1 GI-XRD measurement results of In_2O_3 thin-films with (a) only heat treatment (0 min) and excimer light irradiation for (b) 5 min, (c) 10 min, (d) 20 min, (e) 30 min, (f) 60 min, and (g) 90 min.