

パルスレーザー堆積法による窒素ドーブ Ga₂(O_{1-x}S_x)₃ 薄膜の成長Thin-film growth of N-doped Ga₂(O_{1-x}S_x)₃ by using pulsed-laser deposition東工大物質理工学院¹, トヨタ自動車², 元素戦略³○齊藤 拓海¹, 井原 佑太¹, 相馬 拓人¹, 加渡 幹尚², 大友 明^{1,3}Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, Toyota Motor Corporation², MCES³◎T. Saito¹, Y. Ihara¹, T. Soma¹, M. Kado², A. Ohtomo^{1,3}

E-mail: saito.t.au@m.titech.ac.jp

【はじめに】パワーデバイス材料として期待される Ga₂O₃ について、これまで我々は一酸化窒素を用いたパルスレーザー堆積法 (PLD) で酸素サイトを窒素で置換した高結晶性薄膜の成長に成功している [1]. そこで本研究では、N をアクセプタとして活性化させるために酸素サイトを硫黄でも置換することを検討した. GaS 固体原料と NO ガスまたは NO プラズマを用いた PLD によって得られた薄膜について結晶性と光学特性の評価および組成の定量分析した結果について報告する.

【実験】GaS ターゲットを NO ガスまたは NO プラズマ雰囲気中でレーザーアブレーションすることにより、β-Ga₂O₃:UID (010) 基板上に薄膜を成長した. 反射高速電子線回折 (RHEED) と X 線回折 (XRD) によって結晶性を評価し、二次イオン質量分析法 (SIMS) とラザフォード後方散乱法によって組成を定量した. また、紫外可視近赤外分光法により光学特性を評価した.

【結果と考察】Fig. 1 に NO ガス雰囲気中または NO プラズマ雰囲気中で成長した薄膜の XRD の結果を示す. この結果は、十分な酸化力の下では GaS 由来の前駆体が Ga₂(O_{1-x}S_x)₃ に転じることを示している [2]. Fig. 2 に NO プラズマ雰囲気中で成長した薄膜の光吸収スペクトルと RHEED 像を示す. 室温では S の取り込みによるバンドギャップの有意な減少が見られるもののアモルファスだった. 一方、400 °C では γ-Ga₂O₃ の 220, 440 反射に相当する角度にピークが現れ、結晶化した薄膜が得られた. 組成分析の結果、この薄膜には S, N ともに ~10²¹ cm⁻³ 程度含まれていた.

[1] 齊藤拓海 他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-B31-13 (2019).

[2] 青山航平 他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 12p-D419-11 (2020).

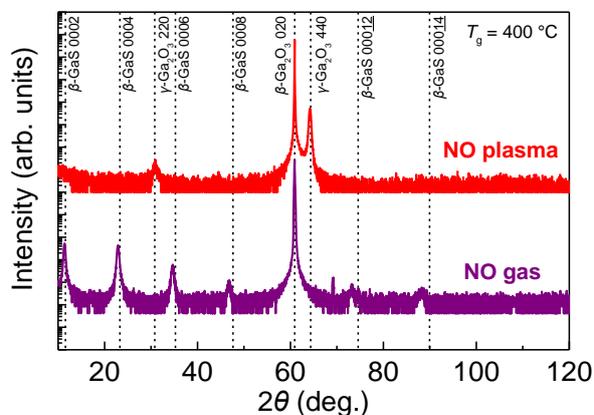


Fig. 1 Out-of-plane XRD patterns for films grown using a GaS target at 400 °C under NO gas or NO plasma.

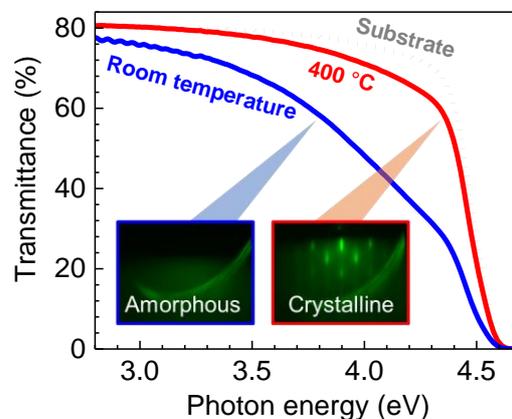


Fig. 2 Transmittance spectra and RHEED patterns for films grown under NO plasma at room temperature or 400 °C.