

GaS 原料を用いた Ga₂O₃ 系混晶の PLD 成長

PLD growth of Ga₂O₃ based solid-solution films using GaS

東工大物質理工学院¹, アジア物性材料株式会社², トヨタ自動車³, 元素戦略⁴

○青山 航平¹, 斉藤 拓海¹, 亀井 海聖¹, 高橋 瑞人², 相馬 拓人¹, 加渡 幹尚³, 大友 明^{1,4}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, Nippon Rare Metal², Toyota Motor Corporation³, MCES⁴

○K. Aoyama¹, T. Saito¹, K. Kamei¹, M. Takahashi², T. Soma¹, M. Kado³, A. Ohtomo^{1,4}

E-mail: aoyama.k.ae@m.titech.ac.jp

【はじめに】Ga₂O₃ 系半導体は、デバイス性能とコストの観点から有望なパワー半導体材料として期待されている。我々は、 β -Ga₂O₃ の p 型伝導実現に向けて窒素ドーピングを検討してきた。パルスレーザ堆積法 (PLD) 用いて成長したホモエピタキシャル薄膜に取り込まれた窒素は、 $\sim 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ に達し、特定の酸素サイトを置換することを明らかにした [1]。一方で、酸素サイトの窒素は、極めて深い準位を形成しホールキャリアの活性化は困難であると予想されている [2]。実際に、我々の結果でも窒素ドーピングの効果は高抵抗化に留まっている。そこで本研究では、酸素の一部を硫黄で置換することにより価電子帯上端のエネルギーを上昇させ、ホールキャリアを活性化することを目指した。硫黄の添加量を広範囲にわたって制御するために、GaS 固体原料を用いた PLD による薄膜成長に取り組んだ。

【実験】GaS 結晶を O₂ ガスまたは O ラジカル雰囲気中でレーザアブレーションすることにより、 β -Ga₂O₃:Fe (010) 基板上に薄膜を成長した。反射高速電子線回折と X 線回折によって結晶性を評価し、オージェ電子分光法によって組成を定量した。紫外可視近赤外分光法によりバンドギャップ (E_g) を決定した。

【結果と考察】O₂ ガス雰囲気中では、硫黄が取り込まれた結晶性が低い薄膜が得られた。一方で、O ラジカル雰囲気中では硫黄の取り込みが確認されず、結晶性が高い β -Ga₂O₃ 薄膜が得られた。これらの結果は、レーザアブレーションされた GaS 由来の前駆体が酸素酸化力に応じて Ga₂O₃ へ転換された度合いを示している。また、薄膜中に硫黄が取り込まれると結晶性が低下する傾向を示している [3]。これらの薄膜の光吸収スペクトルを Fig. 1 に示す。O₂ ガス雰囲気中で成長した薄膜の E_g は、硫黄の取り込みによる優位な減少を示した。発表では、硫黄の取り込み量を維持しつつ高い結晶性を保つために、酸素酸化力を調整した実験結果についても述べる。

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

[2] T. Goke *et al.*, *Phys. Rev. Mater.* **3**, 044603 (2019).

[3] M. Jaquez *et al.*, *J. Appl. Phys.* **126**, 105708 (2019).

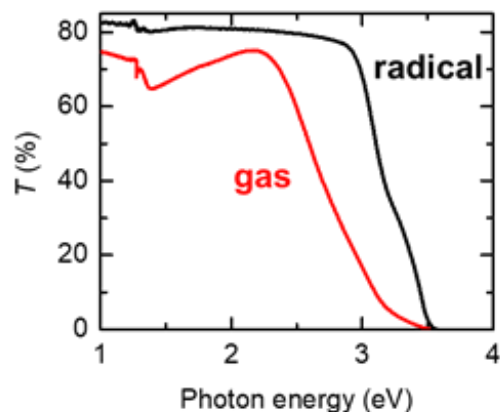


Fig. 1. Transmittance spectra for films grown under O₂ gas and O radicals.