

酸素ラジカル支援 PLD 法による酸化ガリウム系混晶薄膜の成長

Oxygen-radical-assisted pulsed-laser deposition of gallium oxide alloy films

○若林 諒¹, 服部 真依¹, 大島 孝仁¹, 佐々木 公平², 増井 建和², 倉又 朗人²,
山腰 茂伸², 吉松 公平¹, 大友 明^{1,3} (1. 東工大理工, 2. タムラ製作所, 3. 元素戦略)

○R. Wakabayashi¹, M. Hattori¹, T. Oshima¹, K. Sasaki²,

T. Masui², A. Kuramata², S. Yamakoshi², K. Yoshimatsu¹, A. Ohtomo^{1,3}

(1. Tokyo Tech., 2. Tamura Corporation, 3. Material Research Center for Element Strategy)

E-mail: wakabayashi.r.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】酸化物半導体で最大のバンドギャップを有する β -Ga₂O₃ は, Al₂O₃ や In₂O₃ との混晶化によるバンドギャップ変調や不純物ドーピングによるキャリア濃度制御が可能であることから, 新しいパワーデバイス材料として期待されている. 我々はデバイス作製に向けて簡便な薄膜成長技術であるパルスレーザ堆積法 (PLD 法) を用いて Ga₂O₃ のエピ成長に取り組んでいる. しかし, 酸素ガスのみを導入する一般的な方法では, 高温成長時に Ga₂O などの蒸気圧が高い前駆体が膜中に取り込まれないため, 成長速度が極めて低い. 加えて, 混晶薄膜の組成制御性に著しく妨げることにつながる [1]. これらの問題を克服するため, 我々は高い酸化力を有する酸素ラジカルを用いることによって, 安定した成長速度の実現と β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜の組成制御性の改善を試みた.

【実験】成長速度に対する酸素ラジカルの効果を明らかにするため, イオンゲージの値を酸素供給量の基準として, *c* 面 α -Al₂O₃ 上に成長した Ga₂O₃ 薄膜の成長速度を調べた. 酸素ラジカルの導入には RF ラジカルセル (300 W) を用いた (ラジカル由来の原子発光強度はゲージ圧力に対して単調増加する). 一方, 組成制御性を調べるため, (Al_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜を β -Ga₂O₃(201)基板上に成長した. 全ての薄膜において, 基板温度は 800°C とし, ゲージ圧力を 7×10^{-5} から 1×10^{-2} Torr まで変化させた.

【結果と考察】Fig. 1 に成長速度の圧力依存性を示す. 酸素ラジカルを導入した場合, Ga₂O₃ の成長速度が著しく回復したことが分かる. これは酸素ラジカルにより Ga₂O が効率良く酸化され, 前駆体の付着確率の低下が抑えられたためと考えられる. 1×10^{-4} Torr の圧力で Al 組成 0.10 のターゲットを用いて薄膜を成長したところ, 酸素ラジカルを導入しない場合には, 薄膜の Al 組成は $x = 0.90$ であった. 一方, 酸素ラジカルを導入して成長した薄膜はターゲットと同一の Al 組成を有していた. PLD 成長における酸素ラジカルの導入は, β -Ga₂O₃ 系薄膜における組成制御性の向上だけでなく, 成長条件の選択に幅広い自由度をもたらすことが明らかになった.

[1] 向井章他. 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 28a-G19-4(2013) 神奈川工科大学.

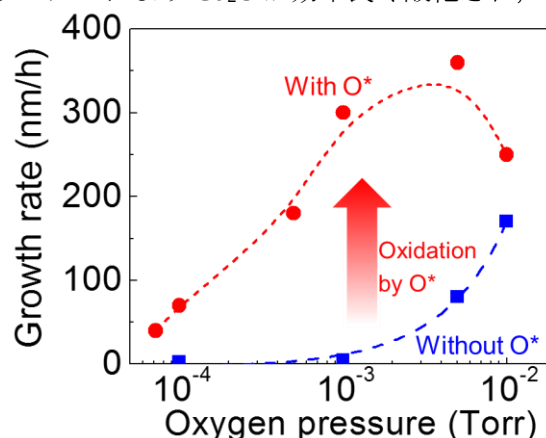


Fig.1. Growth rate of Ga₂O₃ as a function of ion-gauge pressure with and without O radicals.