全 AI 組成 β-(Al_xGa_{1-x})₂O₃ (0 ≤ x ≤ 1)薄膜のエピタキシャル成長

The complete solid-solution β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ realized by the epitaxial growth 東工大物質理工学院¹, 元素戦略²^O若林 諒¹, 服部 真依¹, 吉松 公平¹, 大友 明^{1,2}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, MCES.²,

°R. Wakabayashi¹, M. Hattori¹, K. Yoshimatsu¹, A. Ohtomo^{1,2}

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

【はじめに】パワー半導体 β -Ga₂O₃のヘテロ接合デバイス応用に向けた β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃の研究が盛 んに行われている.なかでも、準安定相である高 Al 組成 (x)の β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃は α 相や γ 相との共 晶構造をとりやすく、非平衡薄膜合成でさえも困難であった.今回、これまでに報告したパルス レーザ堆積法による β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜成長技術に加え [1,2]、基板表面処理による初期成長様式 の改善を行うことで全 Al 組成において単相 β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜成長を実現したので報告する.

【実験】 基板には β -Ga₂O₃ (100)を用い,成長前に酸素プラズマで表面処理を行った. 基板温度 (T_g) は 500–700°C で変化させた. β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ 薄膜は β -Ga₂O₃ バッファー層(2ML)上に成長した. 反射高速電子回折 (RHEED)により初期成長段階の *in-situ* 観察を行った.

【結果と考察】Figure 1に β -Ga₂O₃薄膜成長時のRHEED強度の時間変化を示す.表面処理を行った 基板で成長した場合にのみLayer-by-layer成長に由来するRHEED振動が観察されたことから,酸素 プラズマ処理が薄膜初期成長に有効であることが分かる.Figure 2に β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃薄膜の対称面X 線回折パターンを示す.基板表面の改善ならびに β -Ga₂O₃バッファー層の導入により,全Al組成で 単相の β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃薄膜を得た.一方でx = 0.6から0.8にかけてピーク位置が低角側にシフトした. これは増大した格子歪みが基板から受ける応力に抗しきれず緩和したためと考えられる.Figure 3 に超格子構造 [θ -Al₂O₃/ β -Ga₂O₃]₅の対称面X線回折パターンを示す.超格子構造に由来する回折パ ターンが得られたことから,全Al組成で多層構造が作製可能であることを示唆している.発表で は β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃のバンドギャップについても報告する.

[1] R. Wakabayashi et al., J. Cryst. Growth 424, 77 (2015).

[2] 服部真依他, 第64回応用物理学会春季学術講演会, 14a-502-5 (2017).



Fig. 1. Plots of RHEED intensity during β -Ga₂O₃ homoepitaxal growth at 500 °C with and without a surface treatment.



Fig. 2. Out-of-plane XRD patterns of β -(Al_xGa_{1-x})₂O₃ (0.2 $\leq x \leq 1$) films. Note that β -gallia-type alumina is usually refered as to θ -Al₂O₃.



Fig. 3. Out-of-plane XRD patterns of a θ -Al₂O₃/ β -Ga₂O₃ superlattice structure. Broken lines show simulated curves of [θ -Al₂O₃ (0.6 nm)/ β -Ga₂O₃ (4.2 nm)]₅.