

HVPE 法による c 面サファイア基板上 ϵ -酸化ガリウム成長における酸素分圧及び成長温度の影響

Oxygen Partial Pressure and Growth Temperature Effects on the Growth of ϵ -Gallium Oxide on c-Plane Sapphire Substrates via Halide Vapor Phase Epitaxy

東京農工大学院工, 竹川 直, 佐藤 万由子, 村上 尚, 熊谷 義直

Tokyo University of Agriculture and Technology, Nao Takekawa, Mayuko Sato, Hisashi Murakami, Yoshinao Kumagai

E-mail: s169041z@st.go.tuat.ac.jp

酸化ガリウム(Ga_2O_3)は 4.5eV 以上のバンドギャップエネルギーを持ち, n 型の電気伝導性を示すことから, 高耐圧パワーデバイス用の材料として注目されている。 Ga_2O_3 には多くの多形があり, 安定相である β 相の他に, α , γ , δ 及び ϵ 相が準安定相として報告されている。その中でも ϵ - Ga_2O_3 は研究報告例が少なく, その物性は未解明な部分が多いが, 最近の研究から直接遷移型であり[1], また強誘電体[2]であることが報告されており, 近年急速に注目を集めている。

現在, 純粋な相の ϵ - Ga_2O_3 は有機金属気相成長法, ミスト化学気相成長法, 及びハライド気相成長法(HVPE 法)による成長が報告されている。これらの成長法の中で HVPE 法は Ga_2O_3 中でシャロードナーとして働く可能性が示唆されている炭素[3]が系に含まれていないことから, 光電氣的に純度の高い ϵ - Ga_2O_3 の成長が期待できる。しかしながら, HVPE 法による ϵ - Ga_2O_3 成長においては3次元粒子の形成により平坦な成長表面を阻害される[1]。我々は, ガリウム前駆体に成長選択性の高い三塩化ガリウム(GaCl_3)を用いることで粒子の形成を抑制することを報告している[4]。ここで, Ga_2O_3 の成長においては, 安定相である β - Ga_2O_3 が生成されやすいため, 純粋な相の ϵ - Ga_2O_3 を成長させるための条件探索が必要となる。そこで, 本研究においては, HVPE 法による ϵ - Ga_2O_3 成長における, 酸素供給分圧及び成長温度が成長相に与える影響について調査した。

低温塩素と金属ガリウムとの反応により三塩化ガリウム(GaCl_3)を生成し, 酸素との反応により, c 面サファイア上に ϵ - Ga_2O_3 を成長させた。 GaCl_3 分圧($P^0_{\text{GaCl}_3}$)は 1.67×10^{-4} に固定し, 酸素分圧($P^0_{\text{O}_2}$)は 0.06-0.48 [atm], 成長温度 475-600°C の範囲で成長を行った。

図 1 に 525°C 及び 500°C における, X 線 2 θ - ω スキャンプロファイルの酸素分圧依存性を示した。成長温度の上昇とともに β 相のピーク強度が上がり ϵ 相の強度は下がった。また, 酸素分圧の上昇とともに, ϵ 相のピーク強度が上がり β 相の強度は下がった。成長温度 500°C, 酸素分圧 0.48 [atm]においては純粋な相の ϵ - Ga_2O_3 の成長層を得ることができた。

本研究の一部は科研費新学術領域研究(No. 16H06417)の援助を受けました。

- [1] Y. Oshima, E. G. Villora, Y. Matsushita, S. Yamamoto, K. Shimamura, J. Appl. Phys. **118**, 085301 (2015)
- [2] F. Mezzadri, G. Calestani, F. Boschi, D. Delmonte, M. Bosi, R. Fornari, Inorg. Chem. **55**, 22 (2016)
- [3] J. L. Lyons, D. Steiauf, A. Janotti, and C. G. Van de Walle, Phys. Rev. Applied **2**, 064005 (2014)
- [4] M. Sato, N. Takekawa, K. Konishi, H. Murakami, Y. Kumagai, LEDIA18, 6-3, (2018)

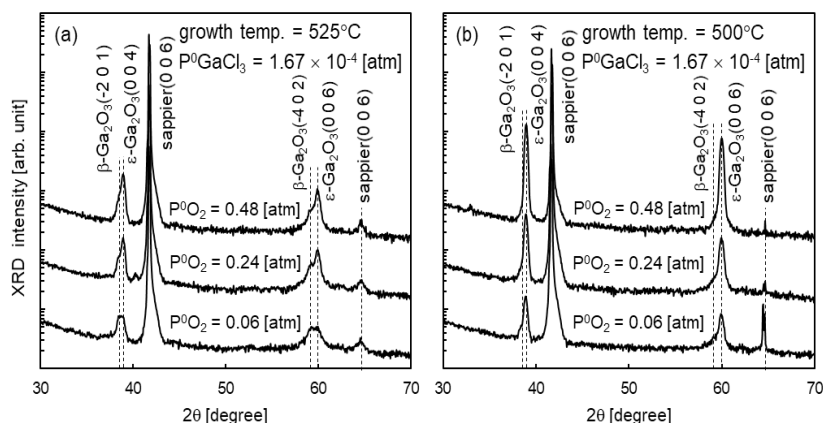


Fig.1 The effect of input partial pressure of oxygen on the X-ray diffraction 2 θ - ω scan profile. The input partial pressure of GaCl_3 was fixed to 1.67×10^{-4} and growth temperature of (a) and (b) was fixed to 525°C and 500°C respectively.