

ScAlMgO₄ 基板上 Ga₂O₃ 薄膜のアニールによる結晶構造変化の解析 Analysis on structural change of Ga₂O₃ film grown on ScAlMgO₄ substrate by annealing

○山下 修平¹, 和田 邑一¹, 高根 倫史³, 山藤 祐人¹, 城川 潤二郎¹, 松倉 誠⁴,
小島 孝広⁴, 四戸 孝⁵, 出浦 桃子², 金子 健太郎³, 荒木 努¹
立命館大理工¹, R-GIRO², 京大³, オキサイド⁴, FLOSFIA⁵

○ S. Yamashita¹, Y. Wada¹, H. Takane³, Y. Yamafuji¹, J. Kikawa¹, M. Matsukura⁴,
T. Kojima⁴, T. Shinohe⁵, M. Deura², K. Kaneko³, and T. Araki¹
Col. of Sci & Eng.¹, R-GIRO², Ritsumeikan Univ., Kyoto Univ.³, OXIDE Co.⁴, FLOSFIA Inc.⁵
E-mail: re0133ve@ed.ritsumei.ac.jp

Ga₂O₃ はこれまでに 5 種類の結晶多型 ($\alpha, \beta, \delta, \gamma, \epsilon$) が知られており、特に、 α 相、 β 相、 ϵ 相はパワーデバイスへの応用が期待されている。近年、サファイア基板上にミスト CVD 法により成長した α -Ga₂O₃ は、ショットキーバリアダイオードが実現されている[1]。一方、Ga₂O₃ の熱伝導率が極めて小さいという課題に対し、強い c 面劈開性を持つ ScAlMgO₄ (SAM, YbFe₂O₄ 構造に属する三方晶) 基板上に成長すれば、基板を容易に剥離でき、放熱の問題を改善することができる。前回我々は、ミスト CVD 法を用いて SAM 基板上に ϵ -Ga₂O₃ が成長すること、アニールによって ϵ 相が β 相に転移することを示した[2]。そこで今回は、アニール前後での結晶構造の変化を明らかにするため、得られた Ga₂O₃ 薄膜の極微構造評価を行った。

10 mm 角の c 面 SAM 基板上にミスト CVD 法を用いて、Ga₂O₃ を 600 °C で 400 nm 程度成長した。Ga 原料溶液は、原料前駆体の Ga(acac)₃ と HCl を超純水に加え、Ga イオン濃度が 0.05 mol/L となるように調製した。成長後に 900 °C で 3 時間、N 雰囲気化でアニールし、アニール前後での結晶構造の変化を調べた。

Fig. 1 にアニール前と後の成長試料の XRD 2 θ - ω 測定結果を示す。アニール前すなわち成長時は ϵ 相が支配的で β 相が混在しているが、アニールによって ϵ 相がすべて安定相の β 相に転移したことがわかる。アニール前のサンプルにおける β 相混在の様子を調べるために断面 TEM 観察を行った。Fig. 2 からわかるように、SAM 基板直上には ϵ 相が成長しているが、100~200 nm 付近から TEM コントラストが変化し、表面付近では多結晶が形成されていた。また、 ϵ 相と多結晶の境界付近で β -Ga₂O₃ の回折パターンが得られる場合があった。これは ϵ 相が成長の途中で最安定相である β 相に転移したためと考えられる。

- [1] M. Oda, R. Tokuda, H. Kambara, T. Tanikawa, T. Sasaki, T. Hitora, Appl. Phys. Express **9**, 021101 (2016).
[2] 守屋, 高根, 山下, 山藤, 城川, 松倉, 小島, 四戸, 金子, 荒木, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 26p-E202-5 (2022).

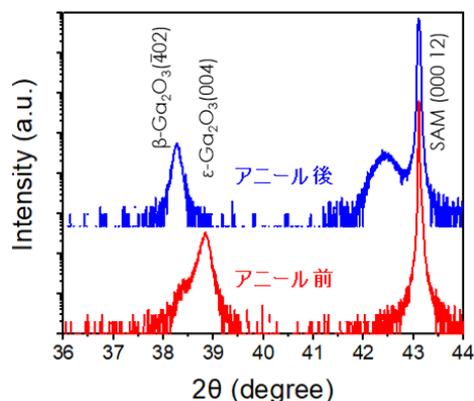


Fig. 1 XRD 2 θ - ω spectra of Ga₂O₃ films grown on SAM substrates before and after annealing.

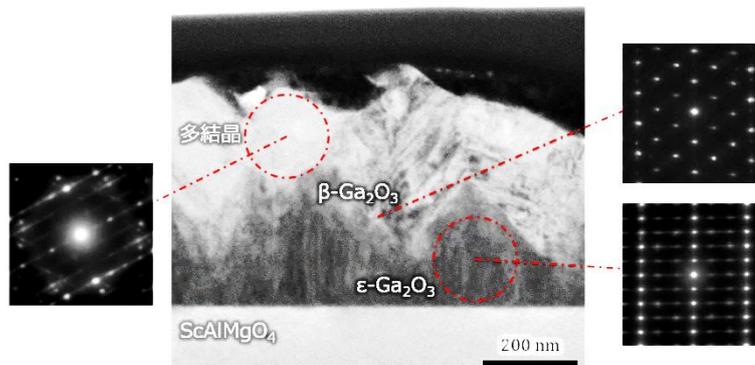


Fig. 2 Cross-sectional TEM images and diffraction patterns of Ga₂O₃ films grown on SAM substrates before annealing.