

R 面サファイア上にミスト CVD で作製した α -Ga₂O₃ 薄膜の表面構造解析

Structural analysis of α -Ga₂O₃ surface grown on R-plane sapphire by mist chemical vapor deposition

阪大院工¹, (株)FLOSFIA² °久保 理¹, 丹波 大樹¹, 尾坂 駿¹, 織田 真也², 田畑 博史¹, 片山 光浩¹

Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.¹, FLOSFIA Inc.

°Osamu Kubo¹, Daiki Tamba¹, Shun Osaka¹, Masaya Oda², Hiroshi Tabata¹, and Mitsuhiro Katayama¹

E-mail: okubo@eei.eng.osaka-u.ac.jp

[はじめに] Ga₂O₃は、GaN や SiC よりも高い絶縁破壊電圧と低い損失を備えた次世代のパワーデバイス材料として注目されている。現在は、主に熔融成長法で製造できる β -Ga₂O₃ を利用したデバイス開発が進んでいる。一方で、従来は成長が難しいとされてきたコランダム構造の α -Ga₂O₃ も、最近ではミスト化学気相成長法（ミスト CVD）によってサファイア基板上に高品質な薄膜形成が可能となっている[1,2]。ミスト CVD は、安全、低コスト、低エネルギーであるだけでなく、従来の CVD 法や分子線エピタキシー等とは異なる結晶多形や成長面での薄膜成長が報告されることがあり、その成長過程を知る上でどのような表面構造を形成しているかを知ることが重要である。我々は以前、C 面サファイア上にミスト CVD 成長させた α -Ga₂O₃(0001)薄膜の表面構造が Ga-O-Ga で終端されていることを同軸直接衝突イオン散乱分光法 (CAICISS) を用いて見出した[3]。最近、R 面サファイア (α -Al₂O₃(1 $\bar{1}$ 02)) 面上にも高品質な α -Ga₂O₃ 薄膜が成長することを見出したので、その表面構造を解析した結果を報告する。

[実験・結果] R 面サファイア上に作製した α -Ga₂O₃ 薄膜はエピタキシャル成長 (1 $\bar{1}$ 02)面) しており、その表面は比較的平坦であった (図 1(b))。この試料を CAICISS 装置に導入して、基板温度 500°Cにて加熱後に取得した Ga 散乱強度の方位角 (ϕ) 依存性 (He⁺入射角 $\alpha=7^\circ$) を図 1(a) に示す。また、DFT により計算した R 面の各原子層が最表面となった場合の緩和構造を元にした ϕ 依存性のシミュレーション結果を図 1(c)示す。この結果、5thO 以外の終端モデルは良い一致を示した。次に、 $\alpha=10^\circ$ における方位角依存性をシミュレーションと比較すると、1stGa、2ndO の R² ファクターは 0.03 以下である一方、3rdO、4thGa の R² ファクターが 0.18、0.19 となった。 $\alpha=20^\circ$, $\alpha=30^\circ$ の結果も含めて検討した結果、4thGa 終端構造が最も実験結果を再現した。

以前報告した C 面サファイア上 α -Ga₂O₃ のミスト CVD 薄膜では、基板温度 500°Cの加熱においても図 1(b)のようなステップ - テラス構造が見られず、凹凸の大きい表面が形成されていた[3]。発表では表面エネルギーの計算も含めて終端表面の安定性について議論する。

[謝辞]

試料作製に協力を頂いた京都大学藤田研究室に感謝いたします。本研究は JSPS 科研費 17H02788 の助成を受けて行われました。

[References]

- [1] D. Shinohara *et al.* : JJAP **47**, 7311 (2008).
- [2] K. Kaneko *et al.* : APEX **2**, 075501 (2009).
- [3] D. Tamba *et al.* : APL **108**, 251602 (2016).

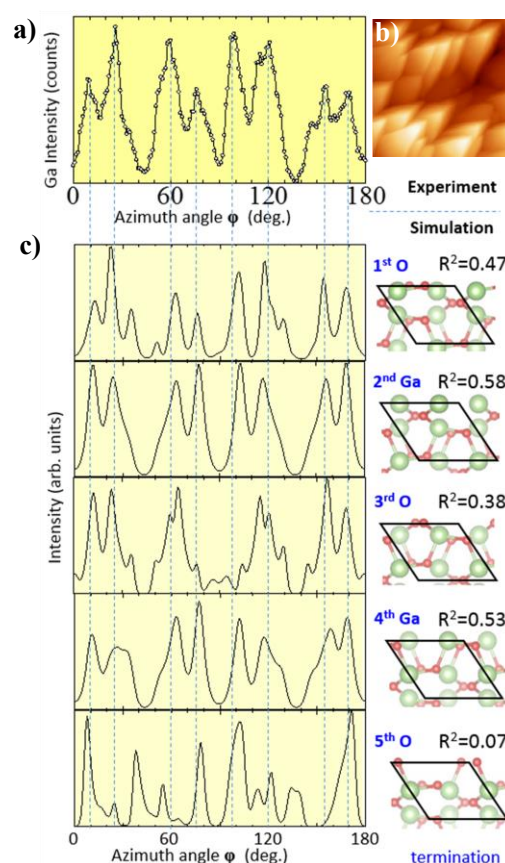


FIG. 1 (a) Azimuth angle (ϕ) dependence obtained from α -Ga₂O₃ grown on α -Al₂O₃(1 $\bar{1}$ 02) by mist CVD. (b) AFM image of α -Ga₂O₃ surface (1 $\times$ 1 μ m²). (c) Simulation of ϕ -dependences constructed based on different termination layers.