

ミスト CVD 法による ϵ -Ga₂O₃ 成長のストイキオメトリ制御

Stoichiometry control for growth of ϵ -Ga₂O₃ by mist CVD method

京工繊大¹, [○](M2)田原 大祐¹, 西中 浩之¹, 吉本 昌広¹

Kyoto Institute of Technology¹, [○]Daisuke Tahara¹, Hiroyuki Nishinaka¹ and Masahiro Yoshimoto¹

E-mail: dai.chi.kit@gmail.com

酸化ガリウム(Ga₂O₃)半導体は、GaN や SiC を上回る大きなバンドギャップを持ち、次世代の半導体材料として高耐压デバイス応用が期待されている。その Ga₂O₃ は結晶多形であり、 α 、 β 、 γ 、 δ 、 ϵ 相が知られている。本研究では、Ga₂O₃ の結晶多形のひとつであり、GaN や AlN などと同じ六方晶系の結晶構造を有する ϵ -Ga₂O₃ に注目した。こ ϵ -Ga₂O₃ は 2013 年まで結晶構造が知られていなかったが、近年、HVPE^[1]や MOCVD^{[2][3]}、ALD^[3]による結晶成長が報告されている。本研究室では、ミスト CVD 法を用いて MgO (111)や YSZ(111)などの立方晶基板上への ϵ -Ga₂O₃ のヘテロエピタキシャル成長に成功している^[4]。本研究では、ミスト CVD 法を用いて GaN,AlN などの六方晶テンプレート基板上への ϵ -Ga₂O₃ のヘテロエピタキシャル成長を行った。Fig.1 は AlN テンプレート基板上に成長した ϵ -Ga₂O₃ 薄膜の断面 SEM 像である。表面には三次元結晶粒が観察されている。これは HVPE 法により成長した ϵ -Ga₂O₃ 薄膜においても同様に観察されている。

本発表では、溶液モル濃度が 0.005~0.05 M の範囲における成長レートとその表面モフォロジーの変化について報告する。Fig.2 は成長レートの溶液モル濃度依存性を示しており、Fig.3 は 0.02 及び 0.05 M 条件での表面 SEM 像である。0.03~0.05 M では、レートが飽和しており、表面には三次元結晶粒が見られる。この範囲では酸素源である H₂O の供給律速、つまり Ga リッチ条件になっていると考えられ、この過剰の Ga が三次元結晶粒の成長に寄与していると想定される。一方、0.005~0.02 M の範囲において、三次元結晶粒が観察されておらず、0.02 M では、0.03~0.05 M と同程度のレートを保っている。これは、Ga と O の原料供給量の調整により、ストイキオメトリな反応条件が実現したことによるものと推察される。また、このときの AFM により測定した表面粗さは 1 nm 程度であり、比較的平坦な表面の薄膜が形成されている。以上より、ミスト CVD 法による ϵ -Ga₂O₃ 成長のストイキオメトリ制御を行うことにより、薄膜の表面平坦化に成功した。

- [1]Y. Ohshima *et al.*, J. Appl. Phys. **118**, 085301 (2015).
- [2]X. Xia *et al.*, Appl. Phys. Lett. **108**, 202103 (2016).
- [3]F. Boschi *et al.*, J. Cryst. Growth **443**, 25-30 (2016).
- [4]H. Nishinaka, D. Tahara and M. Yoshimoto., Jpn. J. Appl. Phys. **55**,1202BC (2016).

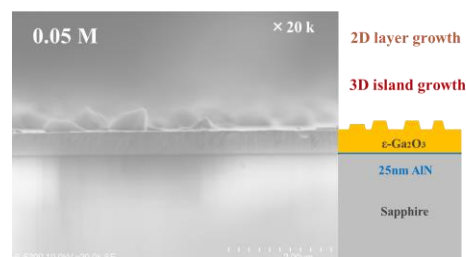


Fig.1 Cross-sectional SEM image of ϵ -Ga₂O₃ thin film by mist CVD on AlN (0001) template.

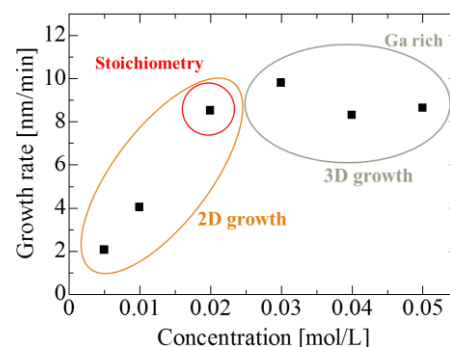


Fig.2 Dependence of solution molarity on growth rates of ϵ -Ga₂O₃ thin films by mist CVD on AlN (0001) templates.

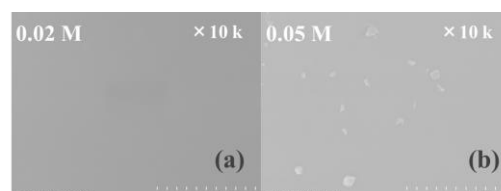


Fig.3 SEM images of ϵ -Ga₂O₃ thin films with different solutions molarity: (a) 0.02 M and (b) 0.05M.