

# 塩化物系ガリウム稀薄水溶液による $\alpha$ 型酸化ガリウム薄膜のミスト CVD 成長

Growth of  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Thin films using chloride-based dilute gallium source solutions  
by mist chemical vapor deposition

○松本 一寿, 中村 幸, 田中 一郎, 宇野 和行 (和歌山大学システム工)

○K. Matsumoto, S. Nakamura, I. Tanaka, K. Uno (Wakayama Univ.)

E-mail: s183056@center.wakayama-u.ac.jp, kuno@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】 $\alpha$  型酸化ガリウム( $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)は約 5.6 eV のバンドギャップをもつことから[1]、次世代パワーデバイス用や UV-C 領域の深紫外領域光デバイス用の材料として期待される。ミスト CVD 法は、水溶液をドライミスト化して成長表面に原料供給する大気圧 CVD 法であり、 $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 400°C 前後の成長温度で薄膜成長することができる[2]。我々は、炭素原子を含まない Ga 水溶液を用いたミスト CVD 法で良好な  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が成長できることを報告した[3]。この手法は炭素原子を含まないだけでなく、液中の Ga イオン濃度を管理しやすいため、制御よく Ga イオン濃度を稀薄化できる。今回我々は、0.4 mmol/L 程度まで稀薄化した Ga 水溶液を用い、成長速度を 0.56 nm/min にまで落とした形でのミスト CVD 法による  $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の成長を行ったので報告する。

【実験方法】原料溶液は、溶媒に水(H<sub>2</sub>O)、Ga 源に金属 Ga を HCl 溶液に溶かしたものを、Ga イオン濃度が 40 mmol/L, 4 mmol/L, 0.4 mmol/L となるようそれぞれ調製した。これらの原料溶液を、周波数 1.6 MHz の超音波振動子を備えるミスト発生装置によってドライミスト化し、キャリアガスによって横型の反応炉に導入して成膜を行った。成長温度は 400°C とし、基板には c 面サファイア、キャリアガスには N<sub>2</sub> を用いた。作製した Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の膜厚を分光反射率測定で計測し、成長速度を算出した。

【結果と考察】図1に試料を集中法によるXRD測定で測定した結果を示す。c面配向した $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が成長できていることが分かる。一部試料には $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のピークも混在していた。図2には原料のGaイオン濃度と成長速度の関係を示した。濃度と成長速度は比例関係にあり、0.4 mmol/Lの溶液濃度を用いたときに0.56 nm/minの成長速度が得られた。 $\alpha$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の結晶格子のc軸長は13.4Åなので、この結晶成長速度は、30秒程度で(0006)面間隔に該当する厚さの薄膜が成長していることに該当する。ミストCVD成長はガス原料を用いるCVD法に比べると、素早い原料供給の制御が難しいと考えられる。今回の結果は、Gaイオン濃度を正確に調整した水溶液を用いることで、ミストCVD法を用いた原子層レベルでの薄膜成長制御につながる結果であると考えられる。薄膜の結晶性についての詳細な結果は当日報告する。

【参考文献】 [1] A. Segura et al., Phys. Rev. Mater. 1, 024604 (2017). [2] D. Shinohara et al., Jpn. J. Appl. Phys. 47, 7311 (2008). [3] S. Nakamura et al., EMS36, We3-3 (2017).

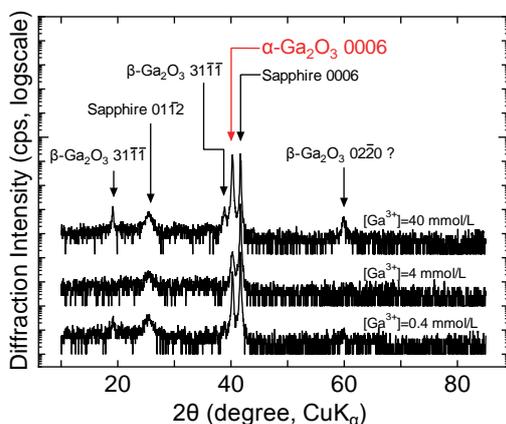


図 1: XRD 測定結果

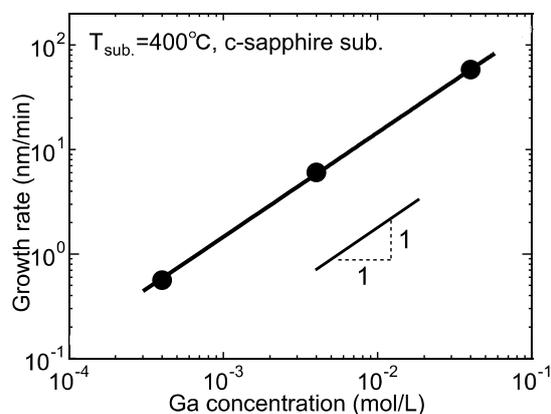


図 2: 成長速度の Ga イオン依存性