

ミスト CVD 法による表面平坦性の優れたα-Ga₂O₃ 薄膜の作製

Fabrication of α-Ga₂O₃ thin film with smooth surface by Mist CVD

高知工大 シス工¹, 総研² 〇安岡 龍哉¹, 尾崎 珠子¹, 田頭 侑貴¹

刘 丽², ダン タイジャン², 川原村 敏幸^{1,2}

School of Sys. Eng.¹, Res. Inst.², Kochi Univ. of Tech.

〇Tatsuya Yasuoka¹, Masahito Sakamoto¹, Tamako Ozaki¹, Yuki Tagashira¹,

Li Liu², Giang T. Dang², Toshiyuki Kawaharamura^{1,2}

E-mail: 235113b@gs.kochi-tech.ac.jp, kawaharamura.toshiyuki@kochi-tech.ac.jp

α-Ga₂O₃ は 4.9 ~ 5.3 eV と大きなバンドギャップを有しており、深紫外 LED 等への応用が期待されている。我々の研究グループでは非真空機能性薄膜作製技術であるミスト CVD 法を開発しており[1]、ミスト CVD 法はα-Ga₂O₃ 薄膜を成膜するのに有効な手法の一つである[2]。しかし、表面粗さを低減させることが問題点の一つであった。今回、成膜時に HCl を支援し、原料濃度を濃くすることにより、表面粗さを低減させることに成功したため報告する。

薄膜作製に第三世代ミスト CVD 法を用いた。第三世代ミスト CVD 法は、複数の溶液を別々にミスト化し、まぜまぜ器(ミスト混合器)に一度集め攪拌した後、ファインチャンネル式反応炉へと供給して薄膜を作製する手法であり、溶液法の課題である副反応を避けながらドーピングや組成制御、及び反応支援をすることが可能である。本実験では、原料溶液として GaCl₃ を超純水に溶解させたものを用い、HCl 希釈水を支援剤として用い、HCl 供給量に伴う表面粗さの変化について調査した。本実験における Ga 源と HCl 源に対する溶液濃度及びガス流量を Table. 1 に示す。Ga 源に関しては GaCl₃ 水溶液濃度を 0.10 mol/L, または 0.30 mol/L とし、ガス流量は固定した。一方 HCl 源に関しては、HCl 希釈水の濃度は 5.0%とし、キャリアガスと希釈ガスの流量比を変化させることにより、反応炉への供給量を制御した。成膜温度は 400℃とし、成膜時間 10 分間で c 面サファイア基板上に成膜した。

作製したα-Ga₂O₃ 薄膜の XRD 測定結果を Fig. 1 に示す。すべての条件下で 40.3° 付近にα-Ga₂O₃ に由来するピークを確認することができ、ラウエフリンジが見られるほど高品質な薄膜が形成されていることが分かる。Fig. 2 に AFM 測定結果を示す。AFM 画像内の t は、α-Ga₂O₃ の膜厚を示しており、ラウエフリンジから算出した。原料溶液の濃度によらず、HCl を支援することで成膜速度が上昇していることが分かる。一方表面粗さの RMS は原料濃度が 0.10 mol/L のとき、HCl 水溶液のキャリアガス流量が増加すると一度悪化した後改善する。原料濃度が 0.30 mol/L のとき、HCl 水溶液のキャリアガス流量増加に伴い粗さの RMS は減少し、キャリアガス流量 2.0 L/min で支援した時、RMS=0.56 nm と基板レベルの非常に平坦な薄膜が形成された。この結果は、ミスト CVD 法において HCl はα-Ga₂O₃ 成膜に寄与し、Ga 濃度と HCl 支援量を制御することにより表面粗さを低減することが可能であることを示している。

[1] T. Kawaharamura, JJAP 53 05FF08 (2014), [2] Giang T. Dang et al., Appl. Phys. Lett. 113, 062102(2018),

