

β -Ga₂O₃ ホモエピタキシャル MBE 成長における成長温度依存性
Growth Temperature Dependence of β -Ga₂O₃ Homoepitaxial Growth
by Molecular Beam Epitaxy

タムラ製作所¹, 情通機構², JST さきがけ³, 光波⁴

[○]佐々木 公平^{1,2}, 東脇 正高^{2,3}, 倉又 朗人¹, 増井 建和⁴, 山腰 茂伸¹

Tamura Corp.¹, NICT², JST PRESTO³, Koha Co., Ltd.⁴

[○]Kohei Sasaki^{1,2}, Masataka Higashiwaki^{2,3}, Akito Kuramata¹, Takekazu Masui⁴, Shigenobu Yamakoshi¹

E-mail: kohei.sasaki@tamura-ss.co.jp

β -Ga₂O₃ は 4.8-4.9 eV という大きなバンドギャップを持ち、その値から絶縁破壊電界強度は 8 MV/cm と推定される。また、バルク結晶を融液成長可能であることから、大型単結晶基板を安価かつ簡便に製造できる。これらの特徴から、 β -Ga₂O₃ は次世代の高耐圧パワーデバイス材料としての応用が期待される。これまでに我々は、分子線エピタキシー(MBE)法を用いた β -Ga₂O₃ ホモエピタキシャル膜の n 型導電性制御技術を開発し、世界初の単結晶 β -Ga₂O₃ トランジスタの動作実証に成功している[1,2]。今回、 β -Ga₂O₃ ホモエピタキシャル膜の MBE 成長における成長温度依存性を調査したので報告する。

エピ成長に用いる β -Ga₂O₃ 基板は、フローティングゾーン法によって育成したバルク結晶をスライス研磨加工することで作製した。基板サイズは直径 10 mm、厚さは 600 μ m 程度である。育成原料へ Si を添加することにより n 型導電性を持たせている。基板面方位は(010)である。ホモエピタキシャル成長には MBE 法を用いた。成膜用原料には、純度 7N の Ga 金属およびオゾン 5 %と酸素 95 %の混合ガスを用いた。オゾン・酸素混合ガスの流量は 5 sccm とした。成長温度は 500~800 °C、成長時間は 1 h である。成長レートは 0.6 μ m/h とした。表面モフォロジーは、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて評価した。ホモエピタキシャル膜の膜厚は、電解液による C-V 測定から見積もった。

図 1 に、成長温度とエピ膜表面粗さの関係を示す。表面粗さは、1 μ m 角領域の AFM 像から算出した。表面粗さは、成長温度 550~650 °C で最小となった。図 2 に、代表的な Ga₂O₃ エピ膜の表面 AFM 像を示す。成長温度 700 °C 以上で[100]方向に沿ったステップバンチングが発生し始め、成長温度が上がるにつれてバンチングが激しくなった。一方、成長温度 500 °C では 3 次元成長的な荒れた表面となった。以上の結果から、550~650 °C が最適な成長温度であると考えられる。

本研究の一部は、NEDO 委託研究「省エネルギー革新技術開発事業／挑戦研究フェーズ」として実施した。

[1] K. Sasaki et al., Appl. Phys. Exp. **5**, 035502 (2012), [2] M. Higashiwaki et al., Appl. Phys. Lett. **100**, 013504 (2012).

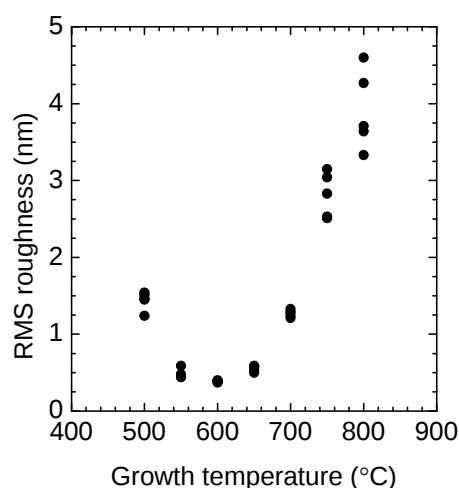


Fig. 1: Surface RMS roughness of Ga₂O₃ epitaxial films as a function of growth temperature.

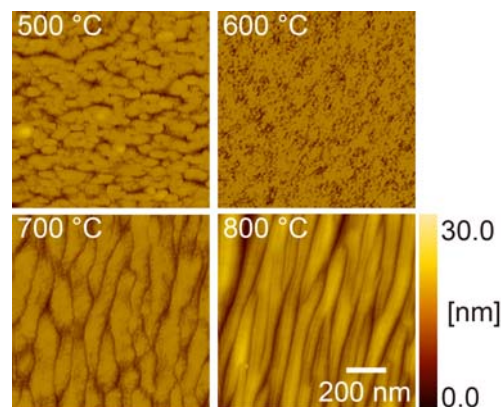


Fig. 2: Surface AFM images of Ga₂O₃ epitaxial films.