

MBE 成長 Al_2O_3 ホモエピタキシャル薄膜の表面モフォロジー制御

Control of Al_2O_3 Surface Morphology using Plasma-Assisted Molecular Beam

Epitaxy

筑波大数理, ^{○(PC)}神野 莉衣奈, 奥村 宏典

Tsukuba Univ., ^{○(PC)}Riena Jinno and Hironori Okumura

E-mail: jinno.riena.fn@u.tsukuba.ac.jp



コランダム構造酸化アルミニウム ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, sapphire) は、約 8.8 eV のバンドギャップ (E_g) を持つ固体材料であり、 $\alpha\text{-Ga}_2\text{O}_3$ ($E_g=5.6$ eV) との混晶によるヘテロ構造を用いることで、パワーデバイスや深紫外発光デバイスへの応用が期待されている [1]。 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ バルク結晶は、融液法を用いることができ、既に高品質かつ大面積の Al_2O_3 基板が市販されている。しかし、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 薄膜結晶成長に関する報告は限られている [2]。本研究では、分子線エピタキシー (MBE) を用いた、原料供給比と成長温度 T_g に対する $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 成長速度および表面モフォロジーへの影響について報告する。

RF プラズマ支援 MBE を用いて、c 面ジャストおよび m 面 2 度オフ sapphire 基板に Al_2O_3 ホモエピタキシャル成長を行った。酸素プラズマ出力を 150 W、酸素流量を 1.0 sccm に固定し、 $T_g=530\sim 830$ °C、金属 Al のビーム等価圧力 (BEP) を $2.9\times 10^{-8}\sim 1.4\times 10^{-7}$ Torr の範囲で変化させた。

Al_2O_3 薄膜の成長速度は、 $T_g=530\sim 830$ °C の範囲では成長温度には依存せず、Al BEP の増加とともに単調に増加し、 1×10^{-7} Torr 以上の Al BEP において勾配が増加する傾向が得られた [Fig.1]。XRR 測定において、Al BEP $> 1\times 10^{-7}$ Torr の高 Al フラックスで成長した m 面 Al_2O_3 薄膜は、sapphire 基板よりも膜密度が低かった。 Al_2O_3 の成長速度の増加率の上昇は、Al 過剰供給条件に起因すると考えられる。m 面 Al_2O_3 薄膜は、Al BEP $< 1\times 10^{-7}$ Torr の低 Al フラックス領域では、RMS 粗さ 1 nm 以下の平坦な表面が得られたが、Al BEP $> 1\times 10^{-7}$ Torr の高 Al フラックス領域では RMS 粗さが急激に増大した [Fig.2]。以上の結果から、酸素過剰領域において平坦な表面が得られると考えられる。

【謝辞】 X 線回折装置および段差計測定装置をご提供いただきました筑波大学の柳原英人教授および末益崇教授に感謝致します。本研究は NEDO 先導研究プログラム未踏チャレンジから援助いただきました。

[1] S. Fujita, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**(2016) 1202A3.

[2] T. Maeda, *et al.*, J. Cryst. Growth, **177** (1997) 95-101.

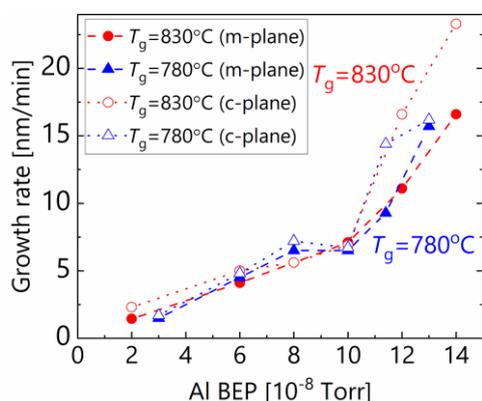


Fig. 1. Growth rate of Al_2O_3 vs Al BEPs.

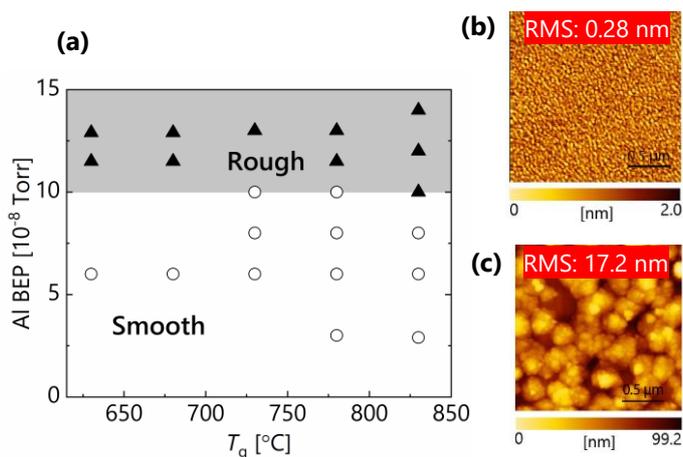


Fig. 2. (a) Surface morphology diagram of Al_2O_3 films grown on m-plane sapphire defining the Al BEP conditions and substrate temperatures. Typical surface morphology of Al_2O_3 epitaxial layers shown in (b) the smooth and (c) rough regime in (a).