MBE 法による α-Al_2O_3 ホモエピタキシャル成長の結晶方位依存性

Crystal Orientation Dependence of α-Al_2O_3 Homoepitaxial Growth using Plasma-Assisted Molecular Beam Epitaxy

筑波大数理，　○(PC)神野 莉衣奈，奥村 宏典

Univ. of Tsukuba, ○(PC)Riena Jinno, Hironori Okumura

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

コランダム構造の α-Al_2O_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、α-Ga_2O_3 (E_g=5.6 eV) との混晶によりバンドギャップ変調可能であることから、ヘテロ構造を用いた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]。本研究では、分子線エピタキシー(MBE)法を用いた α-Al_2O_3 ホモエピタキシャル成長の結晶方位依存性について報告する。

RF プラズマ支援 MBE を用いて、m 面 2 度オフおよび c, a, r, p, s 面ジャスト α-Al_2O_3 基板上に Al_2O_3 薄膜の成長を行った。酸素プラズマ出力を 150 W, 酸素流量を 1.0 sccm, 金属 Al のビーム等価圧力を 8.0×10^{-6} Pa, 基板温度を 830 °C に固定した。

XRD 2θ/ω測定において、m, a, r, p, s 面 Al_2O_3 薄膜では α-Al_2O_3 単結晶に相当する回折ピークが現れ、膜厚に起因する Laue fringe が得られたことから、Al_2O_3 薄膜はホモエピタキシャル成長していると考えられる [Fig.1(a)]。c 面 Al_2O_3 薄膜では、α-Al_2O_3 (0006)に加え θ-Al_2O_3 (202)に相当する回折ピークが得られた [Fig.1(b)]。Al_2O_3 薄膜の成長速度は結晶方位に大きく依存せず、4.3±0.7 nm/min であった [Fig. 2]。m, a, r, p, s 面 Al_2O_3 薄膜において、RMS 粗さが 2 nm 以下の平坦な表面が得られたのに対し、c 面 Al_2O_3 薄膜では、RMS 粗さが 8.7 nm と粗い表面モフォロジーを示した。c 面 Al_2O_3 薄膜の大きな表面荒れは、他相の混入によるものと考えられる。MBE 法による c 面 α-Al_2O_3 基板上 Ga_2O_3 成長では、β ガリア構造が安定相として現れるとの報告がある[2]。β-Ga_2O_3 は θ-Al_2O_3 と同じ単斜晶であることから、MBE 法を用いて高品質 α-$(AlGa)_2O_3$ 単結晶薄膜を得るには、c 軸方向の結晶成長が適していないと考えられる。

【謝辞】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] Z. Cheng, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **111**, 162104 (2017).

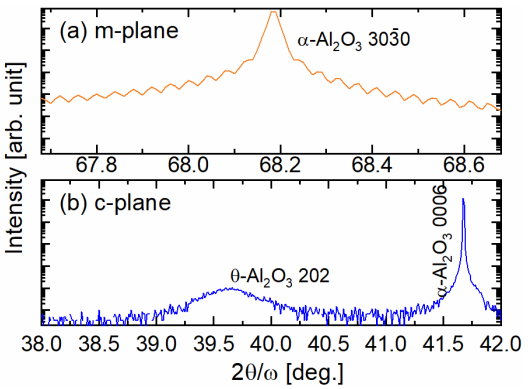

Fig. 1. XRD 2θ/ω scan profiles of Al_2O_3 films grown on (a) m- and (b) c-plane sapphire substrates.

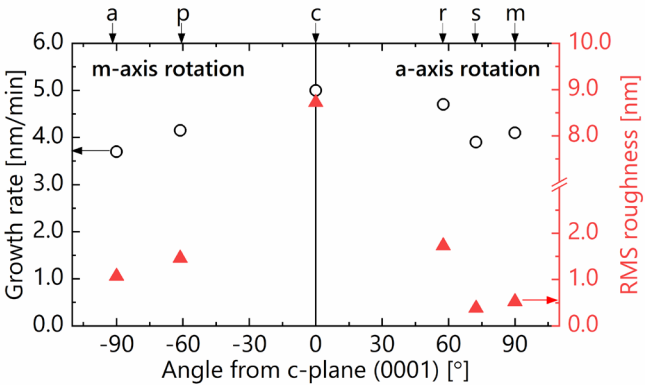

Fig. 2. Growth rates (black open dots) and RSM roughness of AFM surface morphology (red solid triangles) of Al_2O_3 films grown on a-, p-, c-, r-, s- and m-plane α-Al_2O_3 substrates.

© 2021年 応用物理学会