

MgO (100)基板上 β -Ga₂O₃:Si (100)薄膜のヘテロエピタキシャル成長

Heteroepitaxial growth of β -Ga₂O₃:Si (100) films on MgO (100) substrates

東工大物質理工学院¹, 元素戦略² ○若林 諒¹, 服部 真依¹, 吉松 公平¹, 大友 明^{1,2}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, MCES.²,

○R. Wakabayashi¹, M. Hattori¹, K. Yoshimatsu¹, A. Ohtomo^{1,2}

E-mail: wakabayashi.r.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】 β -Ga₂O₃は大きなバンドギャップを有することから、パワーデバイスや深紫外センサーへの応用が期待されている。 β -Ga₂O₃のエピ成長においては主に α -Al₂O₃ (0001) 基板が用いられている。しかし大きな格子不整合 ($\Delta a \sim 6.6\%$) や α -Ga₂O₃が準安定相として形成されるため、単相エピ成長には高温が必要である。一方、高温条件下では蒸気圧の高い Ga₂O 前駆体の付着低下をまねき、成長速度の著しい低下を引き起こす[1]。我々は低温条件下での高品質 β -Ga₂O₃:Si 薄膜の作製に向け、より格子不整合が小さい MgO (100) 基板上へのエピ成長を検討した。

【実験】パルスレーザ堆積法により β -Ga₂O₃:Si 薄膜の成長を行った。ターゲットには β -Ga₂O₃:Si 単結晶 {Si 濃度([Si] $\sim 1 \times 10^{19}$ cm⁻³)} を用いた。基板には MgO (100) と α -Al₂O₃ (0001) を用いた。基板温度 (T_g) は 300–700°C で変化させた。酸素分圧は 1×10^{-2} Torr で固定した。(なお、より高温条件もしくは低酸素分圧条件で薄膜成長を行った場合、成長速度の著しい低下が見られた。)

【結果と考察】Figure 1 (a), (b) に各 T_g におけるMgO (100) 基板上の β -Ga₂O₃:Si薄膜の対称面 2θ - ω スキャン、非対称面 ϕ スキャンの結果をそれぞれ示す。作製した β -Ga₂O₃:Si薄膜は高い結晶性を有し、 β -Ga₂O₃ 600反射に対する ω スキャンの半値幅は $T_g = 500^\circ\text{C}$ において 0.04° であった。一方で $T_g = 350^\circ\text{C}$ 以下で不純物相、 $T_g = 600^\circ\text{C}$ 以上でツイン構造に由来するピーク分離をそれぞれ観測した。Figure 2に各基板上 β -Ga₂O₃:Si薄膜の抵抗率 (ρ) の T_g 依存性を示す。MgO (100) 基板上 β -Ga₂O₃:Si 薄膜では $T_g = 500^\circ\text{C}$ で最小 ($\rho = 7.0 \times 10^1 \Omega\text{cm}$) となった。一方で先に述べた不純物相やツイン構造が存在するとき ρ は著しく増加した。

[1] R. Wakabayashi *et al.*, J. Cryst. Growth **424** 77 (2015).

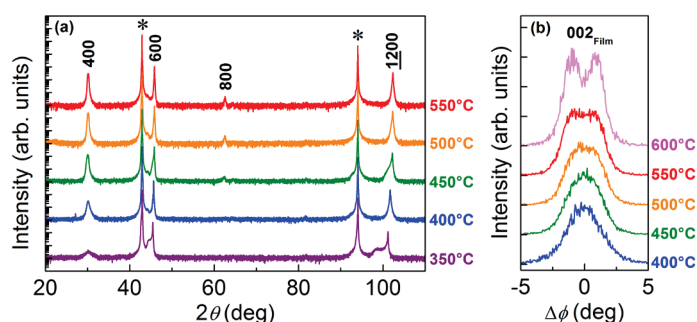


Figure 1. T_g -dependence of (a) out-of-plane XRD patterns and (b) ϕ -scan profiles of β -Ga₂O₃:Si films on MgO (100) substrates under various T_g . The reflections labeled by asterisks (*) came from the substrate.

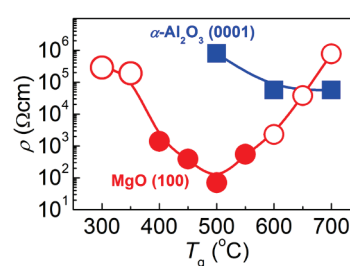


Figure 2. T_g -dependence of the ρ at RT of β -Ga₂O₃:Si films on each substrate. Blank symbols at low- T_g and high- T_g indicate phase separation and twin structures, respectively.