

デバイス化に向けた低表面ラフネス α -Ga₂O₃ 薄膜の作製

Fabrication of α -Ga₂O₃ thin films with low surface roughness for device applications

○内田 貴之, 神野 莉衣奈, 金子 健太郎, 藤田 静雄 (京大院工)

Graduate School of Eng., Kyoto Univ.

Takayuki Uchida, Riena Jinno, Kentaro Kaneko and Shizuo Fujita

E-mail: uchida.takayuki.56m@st.kyoto-u.ac.jp

新規パワーデバイス材料として酸化ガリウム(Ga₂O₃)が注目され積極的に研究されている。我々は、Ga₂O₃ の結晶構造系で corundum 構造 Ga₂O₃(α -Ga₂O₃)に注目している。 α -Ga₂O₃ は熱的最安定構造の β -Ga₂O₃ よりも大きなバンドギャップ値($E_g \sim 5.3$ eV)を有しており、非真空溶液プロセスのミスト化学気相成長(CVD)法によって安価な sapphire 基板上に良好な結晶性を示す薄膜が成長可能である[1]。これらの点から高耐圧・低損失・低コスト化可能な新規パワーデバイス材料として我々は注目している。一方で α -Ga₂O₃ を用いた MOSFET や SBD などの積層構造デバイスに向けて高い界面制御性が必要であり、それには表面平坦性の高い薄膜成長が必要である。また、これまで c-plane sapphire 基板上に成長した Si ドープ α -Ga₂O₃ 薄膜は非常に薄膜の表面ラフネスが大きく(AFM 観察の結果より RMS 粗さ ~ 3.2 nm)、それに伴う粒界散乱や結晶欠陥にキャリアである電子がトラップされているためにキャリア密度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下の低キャリア密度領域の導電性制御には至っていない[2]。そのため、表面平坦性の高い α -Ga₂O₃ 薄膜の成長の実現は重要である。そこで、本研究では結晶性が良く表面平坦性の高い α -Ga₂O₃ の作製を目指し薄膜成長を行った。

c-plane sapphire 基板上に従来よりも Ga 原料供給量を抑えた条件で、450-625°C の成長温度で薄膜を作製した。450, 500, 550, 600°C で成長した ~ 200 nm の薄膜の AFM 像を図 1 に示す。成長温度を上昇することで平坦性の高い薄膜が成長できている。600°C の成長温度において、RMS 粗さが ~ 0.3 nm であり、これまで報告されている α -Ga₂O₃ と比較して平坦性が高い。一方で XRD の $2\theta/\omega$ スキャンプロファイルを図 2 に示す。成長温度によらず α -Ga₂O₃ 薄膜のピークと sapphire 基板のピークのみが確認できる。 α -Ga₂O₃-(0006)の ω -スキャンの結果 550°C 以上では FWHM は ~ 90 arcsec の良好な結晶性を示した。また、625°C において In-plane 測定を行ったが異相がなく単結晶薄膜が成長できている。このように平坦な薄膜であり良好な結晶性が得られたのは、Ga 原料の供給量を抑えることで過剰になった Ga 原料が核となることを抑制でき高温においても異相の生成が抑制され、かつ原子がマイグレーションを起こしやすくなったことに起因すると考えられる。さらに、作製した薄膜は粒界散乱や結晶欠陥由来の電子のトラップが軽減できデバイス応用につながる平坦性の高い薄膜が成長できたと考えられる。講演では、詳細な結晶構造評価やドーピングを行った際の導電性について発表する。

[1] D. Shinohara and S.Fujita, JJAP, **47**, pp.7311 (2008)

[2] 内田 貴之, 他, 第64回応用物理学会春季学術講演会 (2017), 14a-502-1

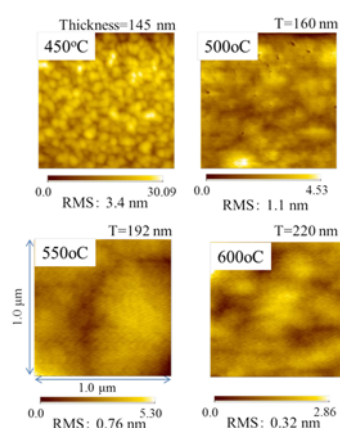


Fig.1 AFM images of α -Ga₂O₃ thin films grown under several temperatures.

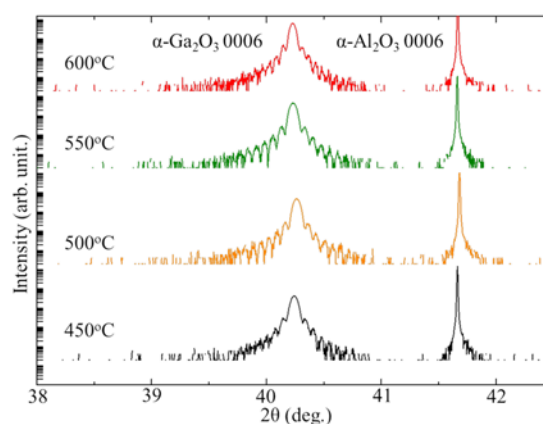


Fig.2 XRD $2\theta/\omega$ -scanning profile of α -Ga₂O₃ thin films on c-plane sapphire substrates grown under several temperatures.