

c 面サファイア・オフ基板上に形成した β -Ga₂O₃ 薄膜の結晶配向性

Crystal Orientation of β -Ga₂O₃ Thin Films Formed on Vicinal c-Plane Sapphire Substrates

石巻専修大理工, °中込 真二, 國分 義弘

Ishinomaki Senshu Univ., °Shinji Nakagomi, Yoshihiro Kokubun

E-mail: nakagomi@isenshu-u.ac.jp

【はじめに】 β -Ga₂O₃ は 4.9eV という広い禁制帯幅をもち、深紫外光センサや次世代パワーデバイスへの応用が期待されている。さて、c 面サファイア基板上に β -Ga₂O₃ 薄膜を成膜すると β -Ga₂O₃ ($\bar{2}01$) $\parallel$ Al₂O₃(001) かつ β -Ga₂O₃(010) $\parallel$ Al₂O₃{1 $\bar{1}$ 0} を満たす 60° 回転ドメインが形成されることが知られている[1]。本研究では、c 面サファイアのオフ基板上に β -Ga₂O₃ 薄膜を成膜して、その回転ドメインにどのような影響を及ぼすかを実験的に検討した。

【実験】 真空装置内において、基板温度 800°C とし、酸素 4sccm を流入して高周波 100W で放電状態として Ga を加熱蒸着し、厚さ約 200nm の β -Ga₂O₃ 薄膜を形成した。 β -Ga₂O₃ 薄膜については、極点図による X 線解析を行った。

【結果】 2θ - ω スキャン測定から β -Ga₂O₃ ($\bar{2}01$) $\parallel$ Al₂O₃(001) であることを確認し、さらに極点図測定においても Al₂O₃ 001 反射と β -Ga₂O₃ の $\bar{2}01$ 反射の両方がほぼ等しい位置に現れており、 β -Ga₂O₃ 膜の ($\bar{2}01$) 配向を確認した。

Fig. 1 (a)~(d) に 3° オフ基板上に成膜したサンプルの Al₂O₃ 基板の 001 と 102 反射、 β -Ga₂O₃ の 002 と 400 反射の極点図を示す。(a) Al₂O₃ 001 の極点図から、c 軸は図の下方向にオフしている。(b) Al₂O₃ 102 反射の極点図から 180° 方向が [100]、270° 方向が [$\bar{1}$ 20] であるとした。(c), (d) の β -Ga₂O₃ 002, 400 反射は、どちらも 60° 回転ドメインの存在を示しており、 β -Ga₂O₃ (010) $\parallel$ Al₂O₃{1 $\bar{1}$ 0} の条件を満たしている。反射強度に着目すると、002 反射では 30°, 90°, 150° の 3 点、400 反射では 210°, 270°, 330° の 3 点の強度が他の角度の反射に比べて 2 倍ほど高い。特定の回転ドメインの 002 と 400 の反射は極点図では反対側に現れるので、この結果は、 β -Ga₂O₃ a 軸の基板 c 軸への投影が基板 c 軸と同方向である場合に、 β -Ga₂O₃ a 軸の ($\bar{2}01$) 面への投影が基板 c 軸の傾いた方向と同じ側にくるドメインの方が多数形成されることを表している。この結果は大島らが VPE による β -Ga₂O₃ で得た傾向[2]と一致している。

[1 $\bar{2}$ 0] 方向(図の上方向)に c 軸が傾く基板上的 β -Ga₂O₃ では、Fig.1(c),(d) とは逆の方向の反射強度が強くなった。[100](左)や [$\bar{1}$ 00](右) 方向に c 軸が傾く基板上的 β -Ga₂O₃ では、左右方向で β -Ga₂O₃ 002 400 の反射強度に影響が現れた。c 面サファイア基板のオフ方向が、形成される β -Ga₂O₃ 薄膜の 60° 回転ドメインの選択性に影響していることが分かった。

謝辞：使用した c 面サファイア・オフ基板の一部をご提供頂いた並木精密宝石(株) 小山浩司氏に感謝致します。

[1] S. Nakagomi, Y. Kokubun, J. Cryst. Growth, 349,12-18 (2012)

[2] Y. Oshima, E.G. Villora, K. Shimamura, J. Cryst. Growth, 410, 53-58 (2015)

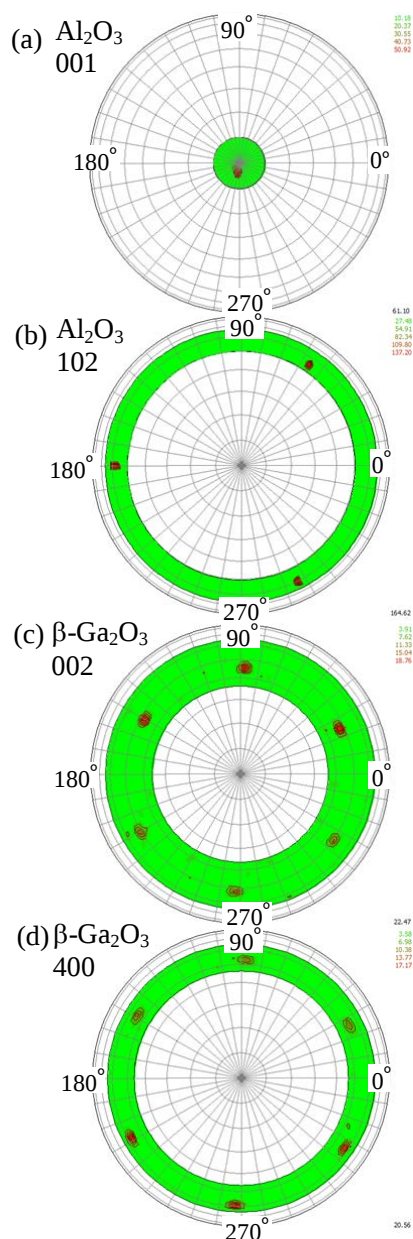


Fig.1 Pole figure of reflections from 001, 102 of Al₂O₃ substrate and 002, 400 of β -Ga₂O₃ thin film.