

c 面サファイア off 基板を用いた c-In₂O₃ (111) 単結晶の HVPE 成長

Halide Vapor Phase Epitaxy of Single-Crystal c-In₂O₃(111)

Using c-Plane Sapphire Off Substrates

東京農工大院工¹, リンチョーピン大², 東京農工大 GIR³

○長井 研太¹, 中畑 秀利¹, 小西 敬太¹, Plamen P. Paskov², Bo Monemar^{2,3}, 熊谷 義直^{1,3}

Tokyo Univ. of Agri. & Tech.¹, Linköping Univ.², TUAT GIR³

○Kenta Nagai¹, Hidetoshi Nakahata¹, Keita Konishi¹, Plamen P. Paskov²,

Bo Monemar^{2,3}, and Yoshinao Kumagai^{1,3}

E-mail: s184884x@st.go.tuat.ac.jp

酸化インジウム(In₂O₃)は、III 族酸化物半導体の中で電子移動度の高いワイドバンドギャップ結晶であり、新規電子デバイス材料として注目されている。我々は、ハライド気相成長(HVPE)法を用いた c 面サファイア基板上 c-In₂O₃ 層成長を高温条件下(1000°C)にて達成している¹⁾。しかし、c-In₂O₃ 成長層は{100}面および{111}面が混在し、{100}面は 3 つの回転ドメイン、{111}面は双晶を有しており、HVPE 法による単結晶 c-In₂O₃ 成長は達成されていない。本研究では、c 面サファイア基板に off 角を導入してドメイン制御を行い、c-In₂O₃ 成長層の単結晶化を検討した。

c-In₂O₃ の成長は、大気圧ホットウォール型縦型石英反応炉を用いて実施した。原料の InCl ガスおよび O₂ ガスは、N₂ キャリアガスを用いて基板上へ輸送した。InCl ガスは、装置上流の原料部(800°C)に設置した In 金属と Cl₂ ガスを反応させることにより生成した。下流の成長部(1000°C)にて InCl ガスと O₂ ガスを反応させ、c-In₂O₃ を 1 時間成長させた。基板には、c 面サファイア Just 基板、および a 軸方向に 2°, 3°, 5°, 10° off した c 面サファイア基板を用いた。

Fig. 1 は、c 面サファイア(a) Nominally just, (b) 5° off 基板上に成長した c-In₂O₃ 層の XRD (222)回折極点図である。Fig. 1(a)では対称面反射の中心ピーク、{100}面の面内回転ドメイン由来の 12 本のピーク(内側)、{111}面の双晶由来の 6 本のピーク(外側)が観察された。一方、Fig. 1(b)では外側の 3 本のピークのみが観察され、(111)面にて単結晶化したことが示唆される。よって、c 面サファイア 5° off 基板を用いるとドメイン形成が制御され、c-In₂O₃(111)を成長できることが分かった。

本研究の一部は科研費新学術領域研究 No.16H06417 の援助を受けた。

1) R. Togashi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 1202B3 (2016).

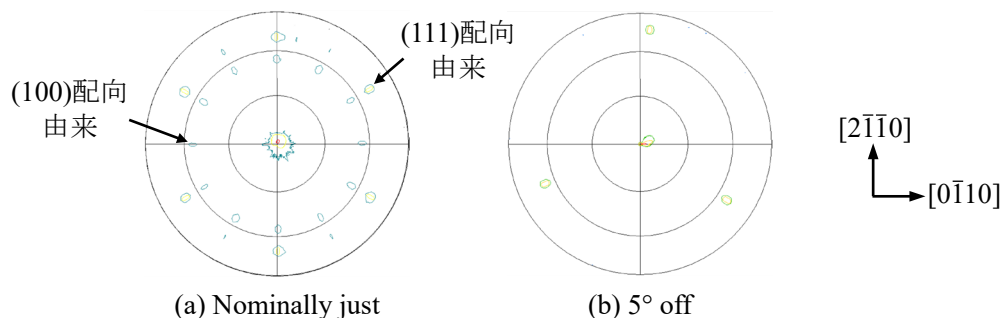


Fig. 1. XRD (222) pole figures of c-In₂O₃ layers grown on c-plane sapphire substrates with different off-cut angles toward a-axis: (a) nominally just, (b) 5° off.