

TEM 観察を用いた Sapphire オフ基板上成長 α -Ga₂O₃ の結晶欠陥評価

TEM study of defects in of α -Ga₂O₃ grown on off-cut sapphire

立命館大学¹, FLOSFIA², ○山下 修平¹, 早川 紘生¹, 城川 潤二郎¹, 柳生 慎悟², 四戸 孝²

荒木 努¹

Ritsumeikan Univ¹, FLOSFIA Inc², ° S. Yamashita¹, H. Hayakawa¹, J. Kikawa¹, S. Yagyu², T.

Shinohe², T. Araki¹

E-mail: re0133ve@ed.ritsumei.ac.jp

α 酸化ガリウム (α -Ga₂O₃) は、パワーデバイスへの応用が期待されている新しい半導体材料である。我々のグループは、ミスト CVD 法で成長した m 面 Sapphire 基板上 α -Ga₂O₃ の TEM 観察を行い、c 軸入射断面 TEM 観察から基板界面と垂直に転位線が伸びていること、a 軸入射断面 TEM 観察からは基板界面に垂直な方向から c 軸方向に傾いた方向に転位線が伸びていることを報告した^[1]。c 面 Sapphire 基板上 α -Ga₂O₃ においては、基板界面に垂直に伸びる転位線のみ観察されていたことから、この傾いた転位線は m 面成長 α -Ga₂O₃ に特徴的なものである。さらに、m 面 α -Ga₂O₃ 中にドーピングした Sn 濃度と転位線の関係を調べ、Sn 濃度の増加とともに転位の傾きの変動係数が小さくなること、高 Sn 濃度 ($< 5.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) では基板界面からの平均角度が大きくなることから、Sn 濃度と転位線の角度に相関のあることを報告した^[1]。今回我々は、この c 面 α -Ga₂O₃ と m 面 α -Ga₂O₃ の転位線の傾向の違いを明らかにするため、c 面から m 面にかけて 15° ずつオフセット角をつけた Sapphire 基板上に α -Ga₂O₃ を成長させたサンプルの TEM 観察を行った。用いたサンプルの Sn 濃度はすべて $5.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ である。

Fig. 1 に、45° オフサンプルの a 軸入射 BF-STEM 像を示す。転位線は、基板からオフ角と同じ 45° 傾いて伸びていることが確認される。オフセット角が 15°、30° のサンプルでも同様に、基板垂直方向からそれぞれ 15°、30° 傾いた転位線が観察された。これらは基板に垂直に転位が伸びる c 面 α -Ga₂O₃ の転位線の傾向を継承している。一方、c 面から m 面にかけて 75° (m 面から c 面にかけて 15°) オフセット角を付けたサンプルでは、Fig. 2 に示すように a 軸入射 BF-STEM 像において左右両方向に傾いて伸びている転位線が確認された。これは、このサンプルが m 面から 15° オフセット角がついていることを考慮すると、m 面 α -Ga₂O₃ の a 軸入射 TEM 像と同様に、m 面に垂直方向に伸びる転位と m 面 α -Ga₂O₃ に特徴的な傾いた転位の両方が観察されていると考えられる。このことから m 面 α -Ga₂O₃ に見られる傾いた転位は、オフ角が 75° まではその特徴を保存されることがわかった。

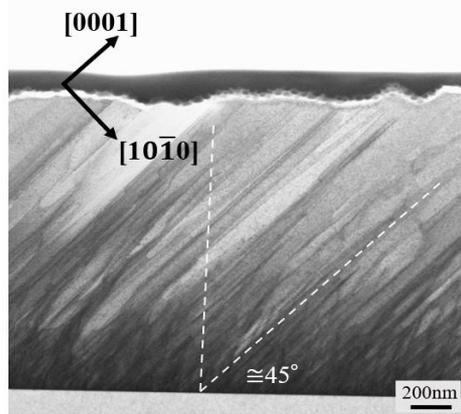


Fig. 1 BF-STEM image of α -Ga₂O₃ along a-axis (off-cut angle from c-plane is 45°)

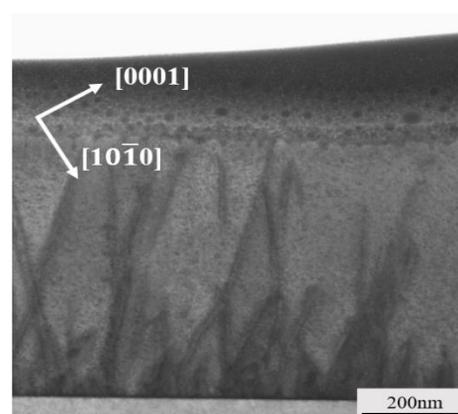


Fig. 2 BF-STEM image of α -Ga₂O₃ along a-axis (off-cut angle from c-plane is 75°)

[1] 早川紘生 *et al.*, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会. 9p-Z20-2 (2020)