

横方向成長した α 型酸化ガリウム結晶の KOH エッチングによる転位評価

Evaluation of Dislocations in Epitaxial Lateral Overgrown α -Ga₂O₃ by KOH Etching

FLOSFIA¹, 河原 克明¹, 大島 孝仁¹, 沖川 満¹, 四戸 孝¹

FLOSFIA¹, [○]Katsuaki Kawara¹, Takayoshi Oshima¹, Mitsuru Okigawa¹, Takashi Shinohe¹

E-mail: kawara@flosfia.com

【背景】

α -Ga₂O₃ は大きなバンドギャップと絶縁破壊電界を有するため、次世代パワー半導体として期待される。 α -Ga₂O₃ 薄膜の成長にはサファイア等の異種基板が使用されるため、結晶中に高密度の貫通転位 ($\sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$) が導入されるが、エピタキシャル横方向成長 (ELO) 技術を適用し、マスクによる転位の遮蔽とファセット形成による転位の屈折が可能である¹⁾。透過型電子顕微鏡 (TEM) による評価では、分析領域の制限による測定下限 ($\sim 5 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$) まで、転位密度の低減を確認した^{1,2)}。そこで本研究では、より広範囲・低密度の転位を簡便に可視化可能であるエッチピット法を用いて、ELO で得られた α -Ga₂O₃ 結晶中の転位の振る舞いを評価した。

【実験方法・結果】

c 面サファイアテンプレート基板の上に、円形開口部 ($\phi \sim 3 \mu\text{m}$) を有するマスクを形成し、ハライド気相成長法により α -Ga₂O₃ ファセット形成 ELO を実施した。横方向に直径 $\phi \sim 20 \mu\text{m}$ まで成長した島状結晶に対し、化学機械研磨により観察平面の位置まで研磨・平坦化した後、60°C の KOH 水溶液 (10 wt%) で処理した。

Fig. 1 に KOH 処理後の α -Ga₂O₃ 結晶表面の原子間力顕微鏡 (AFM) 像を示す。転位相当箇所段差がエッチングにより強調されており、エッチピット法が α -Ga₂O₃ 結晶に対しても適用可能と分かる。マスク開口部及びその付近の領域 (結晶中央) の転位は点状または比較的短い線状として集積して観察され、横方向成長領域 (結晶外周) の転位は比較的長い線状としてまばらに観察された。これはファセットによる転位の屈折や対消滅を示唆し、既往の TEM 観察報告と同様の傾向を示したり。さらにその際、屈折する転位には面内異方性が存在し、転位が a 軸方向に屈折・延伸しやすいことを見出した。これは結晶成長の継続に伴い、マスク開口部上 c 軸方向の転位が減少するだけでなく、マスク開口部から m 軸方向には無転位領域が拡大することを意味する。c 面や他方位面上の ELO による転位制御において、面内異方性が重要な因子であることを示唆している。詳細は当日に報告する。

1) Y. Oshima, K. Kawara et al., APL Mater. 7, 022503 (2019).

1) 河原他、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会、2019、20p-B31-12

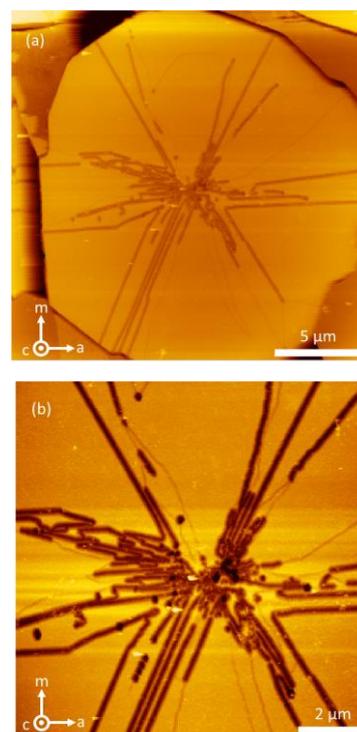


Fig. 1 (a) AFM image for a polished ELO α -Ga₂O₃ island after KOH etching. (b) is a magnified image taken near the center of the island.