

マスクレス手法による α -Ga₂O₃の転位密度低減

Reduction of dislocation density in α -Ga₂O₃ epilayers by maskless method

物材機構¹, FLOSFIA² ◦大島 祐一¹, 安藤 裕之², 四戸 孝²

NIMS¹, FLOSFIA² ◦Yuichi Oshima¹, Hiroyuki Ando², Takashi Shinohe²

E-mail: OSHIMA.Yuichi@nims.go.jp

【はじめに】

α -Ga₂O₃はパワーデバイス用半導体材料として有望ではあるものの、無策では格子不整合のためにエピ層の転位密度が 10^{10} cm⁻²台と極めて大きい。転位密度の低減手法としては、選択横方向成長 (Epitaxial Lateral Overgrowth; ELO) が有効であり、 10^6 cm⁻²台の転位密度も報告されている。しかし、転位密度がマスクパターンを反映して不均一になりやすい。また、マスク形成および2回成長が必要であり、コストを押し上げる要因になりうる。そこで本研究では、マスク形成が不要で、1回の成長で完了する転位密度低減手法を検討した。

【実験結果と考察】

α -Ga₂O₃の成膜にはハライド気相成長法 (Halide Vapor Phase Epitaxy) を用いた。c面サファイア基板上に基板温度520 °Cで厚さ0.5 μ m成膜後に原料供給を一旦中断し、463 °Cに下げてから成長を再開した。低温成長は、まず8 μ m/hの低速で0.5 μ m成長したのちに42 μ m/hに増速してさらに12 μ m成長した。この試料の断面TEM像をFig. 1に示す。低温高速成長層において、転位密度が速やかに減少している。転位に対応するエッチピット (HClガスエッチングによる) は表面において均一に分布しており、密度はおよそ 4×10^8 cm⁻²であった。 α -Ga₂O₃薄膜の典型的な転位密度は 10^{10} cm⁻²台前半なので、約1/100に低減できたことになる。単なる成長の中断/再開や高温高速成長、および低温低速成長では転位密度の減少は顕著ではなく、低温高速成長を行うことが最も効果があった。低温高速成長の特徴は、Fig. 2に示すように、表面に凹凸が形成されやすいことである。この凹凸が転位の曲げと合体・消滅を促進し、転位密度が減少した可能性がある。

【謝辞】本研究の成果の一部は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援を受けた。

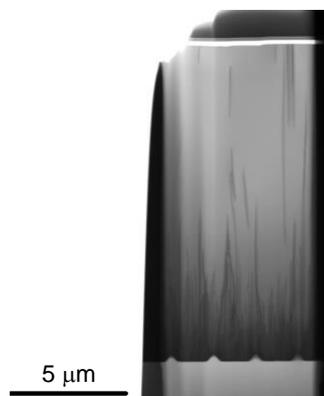


Fig. 1. Cross-sectional TEM image of an α -Ga₂O₃ layer grown by the maskless method.

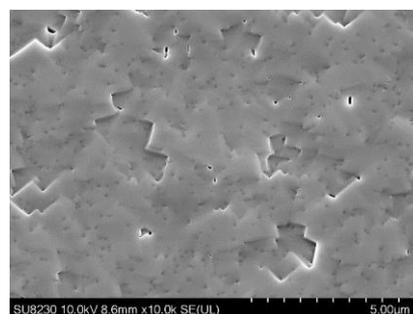


Fig. 2. Surface SEM image of an α -Ga₂O₃ film grown by the maskless method.