

# GaNトランジスタに原子レベルで平坦な結晶層を新発見

## A New Discovery of Atomically Flat Crystalline Layers in GaN Transistors.

研究担当 | 色川 芳宏 機能性材料研究拠点 ワイドバンドギャップ材料グループ [IROKAWA.Yoshihiro@nims.go.jp](mailto:IROKAWA.Yoshihiro@nims.go.jp)  
 三石 和貴 窒化ガリウム評価・基盤領域 最先端電子顕微鏡グループ [Mitsuishi.Kazutaka@nims.go.jp](mailto:Mitsuishi.Kazutaka@nims.go.jp)  
 技術移転 | 外部連携部門 事業展開室 [technology-transfer@nims.go.jp](mailto:technology-transfer@nims.go.jp)



### Keywords

GaN, MOS devices, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

### 研究の狙い

Purpose

パワーデバイスは、電気自動車や電車のモーターなどの大電流をスイッチングするために利用される素子。GaNをベースとした金属-酸化膜-半導体電界効果トランジスタ(MOSFETs)は、次世代パワーデバイスの候補の一つ。より高い特性を実現するために、酸化膜-半導体の界面構造を解析。

Power devices are utilized as switching devices operated at high current in inverter systems in electric vehicles or trains. GaN MOSFETs are one of the candidate devices in such systems. In order to realize higher device performances, the interfaces at the oxide/semiconductor were investigated.

### 研究の要点

Points

- 酸化膜-半導体界面に1.5nmという非常に薄いGaN結晶とエピタキシャル関係を持つ結晶状の酸化ガリウム(Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の層があることを発見。このGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は原子レベルで平坦かつ無転位。
- 同様なGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は自然酸化膜としても存在することを確認。

-An epitaxial crystalline intermediate layer of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with a thickness of 1.5 nm was observed at the SiO<sub>2</sub>/GaN interface. The intermediate layer was atomically smooth and free from misfit dislocations.

-Similar Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> layers were identified as native oxides on GaN.

### SiO<sub>2</sub>/GaN界面の電子顕微鏡解析

Electron Microscopy Studies of SiO<sub>2</sub>/GaN Interfaces

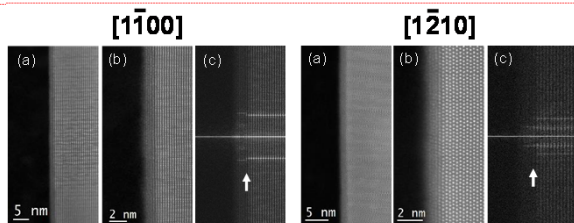


Fig. 1. Cross-sectional ADF-STEM images of the SiO<sub>2</sub>/GaN interface.

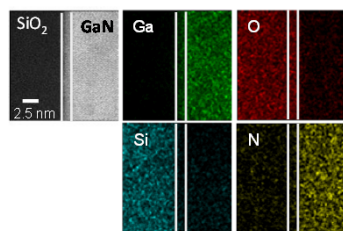


Fig. 2. Elemental maps of the SiO<sub>2</sub>/GaN interface obtained by STEM-EDS.

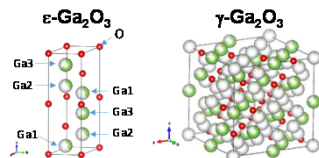


Fig. 3. Schematic view of ε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and γ-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### 低速イオン散乱分光法によるGaN自然酸化膜の解析

Low-Energy Ion Scattering Spectroscopy of Native Oxides on GaN

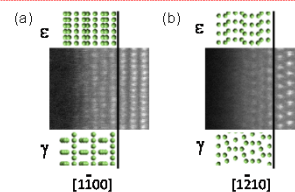


Fig. 4. Comparison of ADF-STEM images with structural models of ε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and γ-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

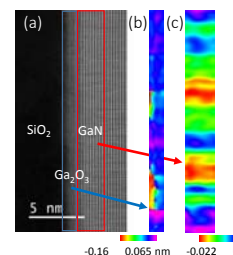


Fig. 5. GPA displacement maps of ε-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and GaN.

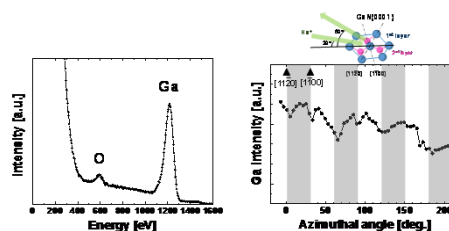


Fig. 6. LEIS data scattered by a native oxide on GaN.

本研究は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」の委託を受けたものです。

### 応用分野と将来展開

Application and Future Development

- デバイスがオン状態の際の抵抗を低減する手がかりを取得。
- より大きな電流を流すための界面制御法を開発。
- 次世代パワーデバイスの実用化。
- Clues were obtained to reduce the on-resistance.
- Development of controlling technology of interfaces.
- Practical realization of next generation power devices.

### 実用化への課題

Issues of Technology Transfer

- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とデバイス特性の関係の解明。
- Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の生成機構の解明。
- その他のプロセス技術の向上。
- Relationship between Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and device characteristics.
- Formation mechanism of Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- Improvement of processing technologies.